

A
MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA

X. KÖTET

1-2. SZÁM

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
1953. ÉVI NAGYGYŰLÉSI ELŐADÁSAI



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST, 1953

VI. OSZT. KÖZL.

A
MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA
X. KÖTET 1-2. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG : BUDAPEST, V., NÁDOR-UTCA 12.
KIADÓHIVATAL : BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY-UTCA 21.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

Kéziratok a következő címre küldendők :

Magyar Tudományos Akadémia
Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest, V., Nádor-u. 12.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Minden szerzőt száz különnyomat illet meg megjelent munkájáért. Közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttat a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért, vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként belföldi címre 40 forint, külföldi címre 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány-u. 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 04-878-111-48), külföldi megrendelések a »Kultúra« Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest, VI., Sztálin-út 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 45-790-057-50-032) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának kiadványa az

Acta Technica

című idegennyelvű folyóirat.

E lap hívatott a magyar műszaki tudományok eredményeinek legjavát a külföld felé tolnácsolni. A cikkek orosz, német, angol vagy francia nyelven jelennek meg. lehetőleg a szerző kívánsága szerint, összefoglaló pedig a cikk nyelvén és azonkívül a másik három nyelven. Cikkeket magyar, vagy a szerző választotta idegen nyelven a következő címre kell beküldeni :

Acta Technica szerkesztősége, Budapest, V., Nádor-utca 12.

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK

HIDROLÓGIAI
ÉS METEOROLÓGIAI
KONGRESSZUSA

1952. NOVEMBER 26—29.



1953

TARTALOMJEGYZÉK

(X. kötet)

<i>Hevesi Gyula</i> : Beszámoló a MTA Műszaki Tudományok Osztályának 1952 (V.)—1953. (V.) évi munkájáról	1
H o z z á s z ó l á s o k:	
<i>Kovács K. Pál</i>	32
<i>Geleji Sándor</i>	33
<i>Mosonyi Emil</i>	34
<i>Winter Ernő</i>	35
<i>Szádeczky-Kardoss Elemér</i> : Barna- és feketekőszénfajtáink a népgazdálkodás fejlesztésének szolgálatában	39
H o z z á s z ó l á s o k:	
<i>Vajk Artur</i>	57
<i>Esztó Péter</i>	58
<i>Takács Pál</i>	60
<i>Vadász Elemér</i>	60
<i>Kovács K. Pál</i> : A villamosenergia-gazdálkodás néhány kérdése 10 éves villamosítási ter- vünkben	63
<i>Lévai András</i> : Időszakosan változó teljesítőképességű erőművek egyenértékű teljesítő- képességének meghatározása	73
H o z z á s z ó l á s o k:	
<i>Fonó Albert</i>	122
<i>Erdélyi István</i>	122
<i>Zátony Andor</i>	123
<i>Schlattner Jenő</i> : A magyar barnaszenekből előállítható kohókokszt gyártása	125
H o z z á s z ó l á s o k:	
<i>Nahoczky Alfonz</i>	133
<i>Lőrincz Imre</i>	136
<i>Szele Mihály</i>	138
<i>Szádeczky-Kardoss Elemér</i>	141
<i>Zsák Viktor</i>	142
<i>Gloetzer József</i>	143
<i>Tarján Gusztáv</i>	145
<i>Tóth-Sarudi Béla</i>	145
<i>Varga József</i>	147
<i>Vadász Elemér</i>	147
<i>Schlattner Jenő</i>	147
<i>Vadász Elemér</i>	148

<i>Visnyovszky László</i> : Nyersvasgyártásunk távlati fejlesztése.....	151
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Cotel Ernő</i>	165
<i>Zsák Viktor</i>	166
<i>Nahoczky Alfonz</i>	167
<i>Tarján Gusztáv</i>	170
<i>Simon Béla</i>	170
<i>Förbáth Róbert</i>	171
<i>Claus Lajos</i>	172
<i>Fehér Tibor</i>	173
<i>Visnyovszky László válasza</i>	175
<i>Vadász Elemér</i>	176
 <i>Szendy Károly</i> : Az országos kooperációs hálózat feszültsége és kialakítása.....	177
H o z z á s z ó l á s :	
<i>Vajta Miklós</i>	193
 <i>Heller László</i> : Erőműépítési tervünk alapvető kérdéseiből.....	195
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Klopper Jenő</i>	209
<i>Geszi Pál Ottó</i>	
<i>Gózon Károly</i>	
<i>Vajta Miklós</i>	216
<i>Sóváry Emül</i>	217
<i>Botló Vendel</i>	219
<i>Lévai András</i>	220
<i>Heller László</i>	224
 <i>Gillemot László</i> : Titánnal ötvözött szerkezeti acélok.....	231
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Verő József</i>	258
<i>Mester István</i>	259
<i>Jung Béla</i>	262
<i>Szücs Endre</i>	264
<i>Kovács Sándor</i>	265
<i>Gillemot László válasza</i>	266
 <i>Verő József</i> : A bór, mint egyéb ötvözőelemek helyettesítője acélban.....	271
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Mester István</i>	296
<i>Poócs Rezső</i>	297
<i>Jung Béla</i>	299
<i>Hajtó Nándor</i>	299
<i>Verő József</i>	302

<i>Vendl Aladár</i> : Kongresszusi megnyitó.....	305
<i>Mosonyi Emil</i> : A hidrológiai és meteorológiai kutatás hazai feladatai.....	307

I. Hidrológiai rész

1. Földalatti vizek szakosztályának előadásai

<i>Mazalán Pál</i> : A mélységi hidraulika módszereivel elért újabb eredmények.....	313
---	-----

Hozzászólások:

<i>Schmidt Eligius Róbert</i>	321
<i>Magyar Kálmán</i>	321
<i>Papp Ferenc</i>	322
<i>Honti Gyula</i>	322
<i>Horváth Lajos</i>	322
<i>Bogárdi János</i>	323
<i>Mazalán Pál</i> válasza	323

<i>Lampl Hugó</i> : A talajvízszintsüllyesztés kérdései különös tekintettel a hazai viszonyokra ..	325
--	-----

Hozzászólások:

<i>Serf Egyed</i>	331
<i>Ocsvár Rezső</i>	331
<i>Mosonyi Emil</i>	332
<i>Maurer Gyula</i>	332
<i>Szalay Miklós</i>	333
<i>Ubell Károly</i>	333
<i>Mazalán Pál</i>	334
<i>Schmidt Eligius Róbert</i>	334
<i>Juhász József</i>	334
<i>Lampl Hugó</i> válasza	335

<i>Bogárdi János</i> : Az alföldi talajvízállásváltozások vizsgálatának módszertani kérdései	337
---	-----

Hozzászólások:

<i>Mátrai István</i>	353
<i>Mosonyi Emil</i>	353
<i>Németh Endre</i>	353
<i>Csala István</i>	354
<i>Julian Lambor</i> , a varsói Hidr. és Met. Int. igazg.....	355
<i>Lampl Hugó</i>	355
<i>Rónay András</i>	356
<i>Sümegehy József</i>	356
<i>Salamán Pál</i>	357
<i>Ubell Károly</i>	358
<i>Mazalán Pál</i>	358
<i>Bogárdi János</i> válasza	359

<i>Schmidt Eligius Róbert</i> : Az artézi kutak problémái.....	361
--	-----

Hozzászólások:

<i>Mazalán Pál</i>	369
<i>Bélteki Lajos</i>	369
<i>Páter János</i>	370
<i>Szabó Pál Zoltán</i>	370

<i>Sümegehy József</i>	370
<i>Sztankóczy Imre</i>	371
<i>Balogh Jenő</i>	371
<i>Cziráký József</i>	372
<i>Sürü János</i>	373
<i>Schmidt Eligius Róbert válasza</i>	373

II. A vízrajzi és hidraulikai szakosztály előadásai

<i>Németh Endre</i> : Invariáns számok szerepe a kismintakísérleteknél.....	375
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Bogárdi János</i>	384
<i>Lászlóffy Woldemár</i>	385
<i>Mosonyi Emil</i>	386

<i>Mosonyi Emil</i> : A méretarány szerepe a kismintakísérleteknél.....	399
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Németh Endre</i>	395
<i>Pattantyús Á. Géza</i>	396
<i>Kovács György</i>	397
<i>Salamin Pál</i>	397
<i>Györke Olivér</i>	398
<i>Hankó Zoltán</i>	399
<i>Ziegler Károly</i>	399
<i>Szilágyi Gyula</i>	399
<i>Bözsöny Dénes</i>	400
<i>Szesztay Károly</i>	400
<i>Korádi Gábor</i>	402

<i>Szilágyi Gyula</i> : Mozgómedrű folyók modellkísérlete.....	407
--	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Kovács György</i>	416
<i>Bogárdi János</i>	418
<i>Filep Lajos</i>	418
<i>Károlyi Zoltán</i>	418
<i>Györke Olivér</i>	418

<i>Tőry Kálmán</i> : A vízrajzi kutatás fejlesztése a folyamszabályozás érdekében.....	421
--	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Fazekas Károly</i>	426
<i>Ihrig Dénes</i>	426
<i>Tápay László</i>	427
<i>Károlyi Zoltán</i>	427
<i>Elsner László</i>	428
<i>Tőry Kálmán válasza</i>	428

<i>Lászlóffy Woldemár</i> : A kisvízfolyások hozamának meghatározására szolgáló módszerek..	429
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Csermák Béla</i>	440
<i>Szesztay Károly</i>	440
<i>Szűjjártó Zoltán</i>	442
<i>Kovács György</i>	442
<i>Mosonyi Emil</i>	443
<i>Ihrig Dénes</i>	443
<i>Lászlóffy Woldemár válasza</i>	444

Julian Lambor: A vízhozamgörbe egyenletében szereplő három változó közvetlen meghatározása 445

Fazekas Károly: Folyamatos észlelések a vízrajzban és az ehhez szükséges műszerek 459

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Takács Lajos</i>	469
<i>Szalay Miklós</i>	469
<i>Varrók Endre</i>	470
<i>Lászlóffy Woldemár</i>	470
<i>Salamin Pál</i>	470
<i>Fazekas Károly válasza</i>	471

III. A hidrokémiai és biológiai szakosztály előadásai

Papp Szilárd: A víz agresszív tulajdonságainak megállapítására vonatkozó eljárások 473

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Csajághy Gábor</i>	485
<i>Sarló Károly</i>	485
<i>Maucha Rezső</i>	485
<i>Bolberitz Károly</i>	486
<i>Papp Szilárd válasza</i>	486

Maucha Rezső: A helyszíni kémiai vízvizsgáló módszerek alapelvei..... 489

H o z z á s z ó l á s o k ;

<i>Papp Szilárd</i>	494
<i>Sarló Károly</i>	494
<i>Páter János</i>	494
<i>Entz Béla</i>	495
<i>Csajághy Gábor</i>	495
<i>Maucha Rezső válasza</i>	495

Bolberitz Károly: Statisztikai matematikai módszerek a vizek higiéniai elbírálásánál.... 497

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Papp Szilárd</i>	506
<i>Páter János</i>	506
<i>Richter András</i>	506
<i>Finály Lajos</i>	507
<i>Mosonyi Emil</i>	508
<i>Bolberitz Károly válasza</i>	508

Páter János: Ízrontó alkatrészek szerepe az ivóvíz egészségügyi elbírálásában 511

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Goretzky László</i>	523
<i>Csajághy Gábor</i>	523
<i>Sümeghy József</i>	524
<i>Papp Szilárd</i>	525
<i>Mosonyi Emil</i>	525
<i>Tóth István</i>	526
<i>Bolberitz Károly</i>	526
<i>Szabó Zoltán</i>	526
<i>Sarló Károly</i>	527
<i>Szabadfi József</i>	527
<i>Páter János válasza</i>	527

<i>Lesenyei József</i> : Szempontok az ipari szennyvizek vizsgálatánál	529
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Besenyő István</i>	534
<i>Retezár Árpád</i>	534
<i>Finály Lajos</i>	535
<i>Szabó Zoltán</i>	535
<i>Donászy Ernő</i>	535
<i>Herédy László</i>	536
<i>Bolberitz Károly</i>	537
• <i>Raksányi Árpád</i>	537
<i>Lesenyei József</i> válasza	537
<i>Buliček J.</i> : A Moldva vízének minősége Prágában és az azt befolyásoló tényezők.....	539
<i>Szabó Zoltán</i> : Módszerek a városi (házi) szennyvíztisztító berendezések működőképességének elbírálására	555
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Maucha Rezső</i>	560
<i>Lesenyei József</i>	560
<i>Papp Szilárd</i>	561
<i>Tóth István</i>	561
<i>Oroszlány István</i>	562
<i>Raksányi Árpád</i>	562
<i>Finály Lajos</i>	562
<i>Szabó Zoltán</i> válasza	562
<i>Mosonyi Emil</i> : Hidrológiai összefoglaló	565

II. Meteorológiai rész

IV. Szinoptikus meteorológiai szakosztály előadásai

<i>M.Konček</i> : Zúzmaramérések a Lomnici csúcson és egy új műszer a zúzmalarakódások önműködő regisztrálására	571
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Aujeszky László</i>	578
<i>Bacsó Nándor</i>	578
<i>Hille Alfréd</i>	579
<i>Béll Béla</i> : A magyar aerológiai obszervatórium kutatómunkájának időszerű kérdései	581
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Dési Frigyes</i>	593
<i>Bucsy József</i>	594
<i>Aujeszky László</i>	595
<i>Kakas József</i>	595
<i>Berényi Dénes</i>	595
<i>Kozma Béla</i>	596
<i>Hajósi Ferenc</i>	596
<i>Hille Alfréd</i>	596
<i>Béll Béla</i> válasza.....	597
<i>Berkes Zoltán</i> : A távidőjelzés kérdései Magyarországon	599
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Bacsó Nándor</i>	605
<i>Berényi Dénes</i>	606

<i>Bodolai István</i>	606
<i>M. Konček</i>	607
<i>Dezső Lóránt</i>	607
<i>Béll Béla</i>	608
<i>Lászlóffi Woldemár</i>	608
<i>Borsos József</i>	608
<i>Aujeszky László</i>	609
<i>Kapás Lászlóné</i>	609
<i>Berkes Zoltán válasza</i>	609
Ozorai Zoltán: Energiaváltozások szétterülő hideg légoszlopban	611
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Aujeszky László</i>	619
<i>Dési Frigyes</i>	619
<i>Kozma Béla</i>	620
<i>Berkes Zoltán</i>	621
<i>Béll Béla</i>	621
<i>Ozorai Zoltán válasza</i>	622
Aujeszky László: A függőleges légoszlop energetikájának új tétele	625
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Berkes Zoltán</i>	634
<i>Dési Frigyes</i>	634
<i>Béll Béla</i>	634
<i>Dobosi Zoltán</i>	635
<i>Berkes Zoltán</i>	636
<i>Aujeszky László válasza</i>	637
Schulhof Ödön: Az orvosi meteorológia és klimatológia újabb vizsgálati módszerei	639
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>A. Mäde</i>	644
<i>Páter János</i>	644
<i>Kérdő István</i>	645
<i>Berkes Zoltán</i>	646
<i>Béll Béla</i>	646
<i>Kakas József</i>	647
<i>Mörök József</i>	647
<i>Aujeszky László</i>	648
<i>Schulhof Ödön válasza</i>	649
V. Klimatológiai és agrometeorológiai szakosztály előadásai	
Berényi Dénes: A vetéssorok égtáji irányításának hatása a mezőgazdasági növények állományklimájára	651
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Máté Imre</i>	661
<i>Kulin István</i>	661
<i>Takács Lajos</i>	662
<i>Dobosi Zoltán</i>	662
<i>A. Mäde</i>	663
<i>M. Konček</i>	663
<i>Bacsó Nándor</i>	663
<i>Mándi György</i>	663
<i>Babarczi József</i>	664
<i>Hille Alfréd</i>	664
<i>Berényi Dénes válasza</i>	664

<i>Bacsó Nándor</i> : A hőmérsékleti szélsőségek Magyarországon és kiértékelésük a növény-telepítés céljaira	667
--	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Takács Lajos</i>	676
<i>Berkes Zoltán</i>	676
<i>Kulin István</i>	676
<i>Berényi Dénes</i>	677
<i>Révész Tamás</i>	678
<i>Kakas József</i>	678
<i>Dobosi Zoltán</i>	679
<i>Berkes Zoltán</i>	679
<i>Bacsó Nándor</i> válasza	679

<i>Fekete Zoltán</i> : Az aszály elleni küzdelem talajtani szempontjai	681
--	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Salamin Pál</i>	696
<i>Egerszegi Sándor</i>	697
<i>Mautyasovszky Jenő</i>	698
<i>Botway Károly</i>	699
<i>Dvoracsek Miklós</i>	699
<i>Kulin István</i>	700
<i>Héder István</i>	701
<i>Berkes Zoltán</i>	701
<i>Fekete Zoltán</i> válasza	701

<i>Dobosi Zoltán</i> : Egy mikroklimatikus jelenség értelmezése a talajfelszín hőháztartása alapján	703
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

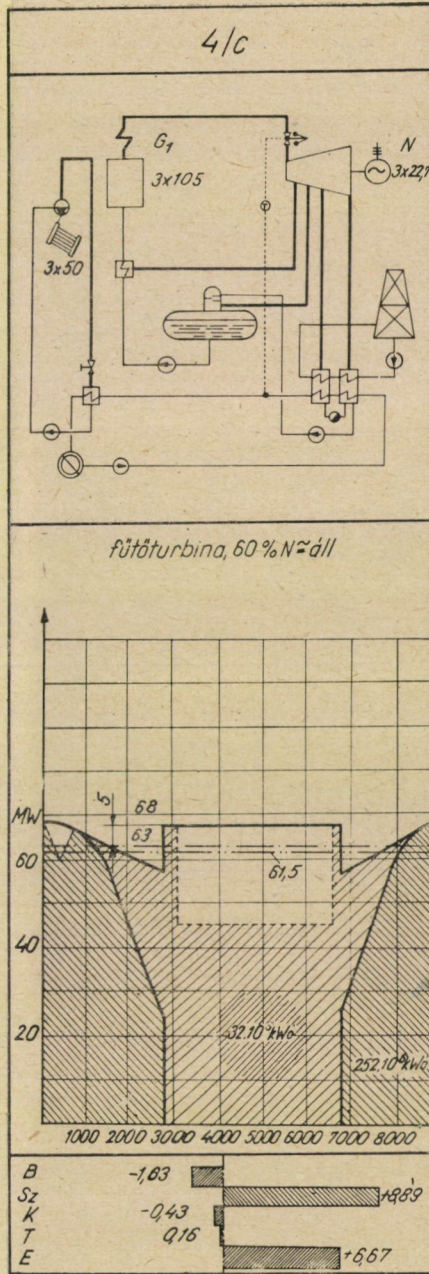
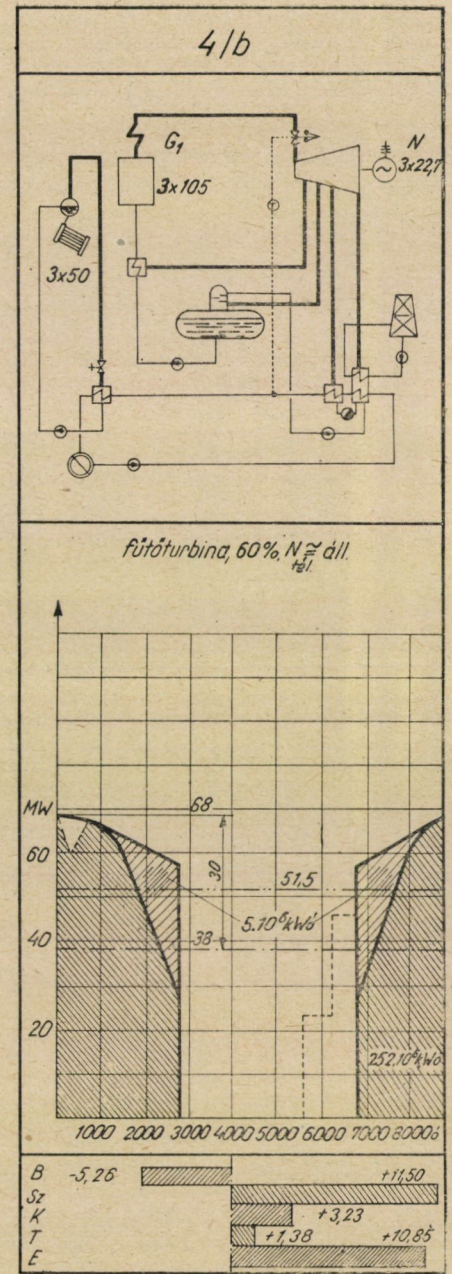
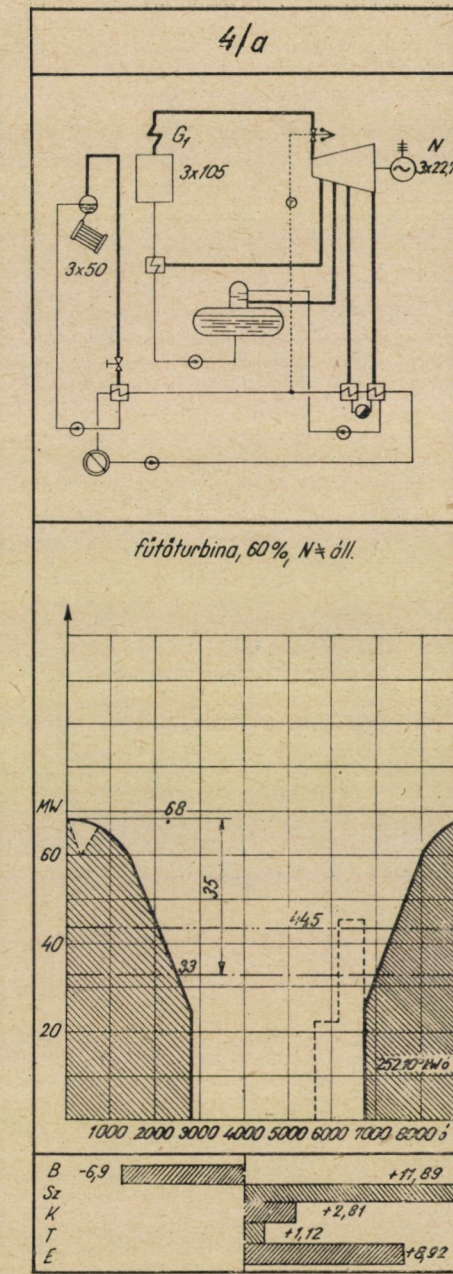
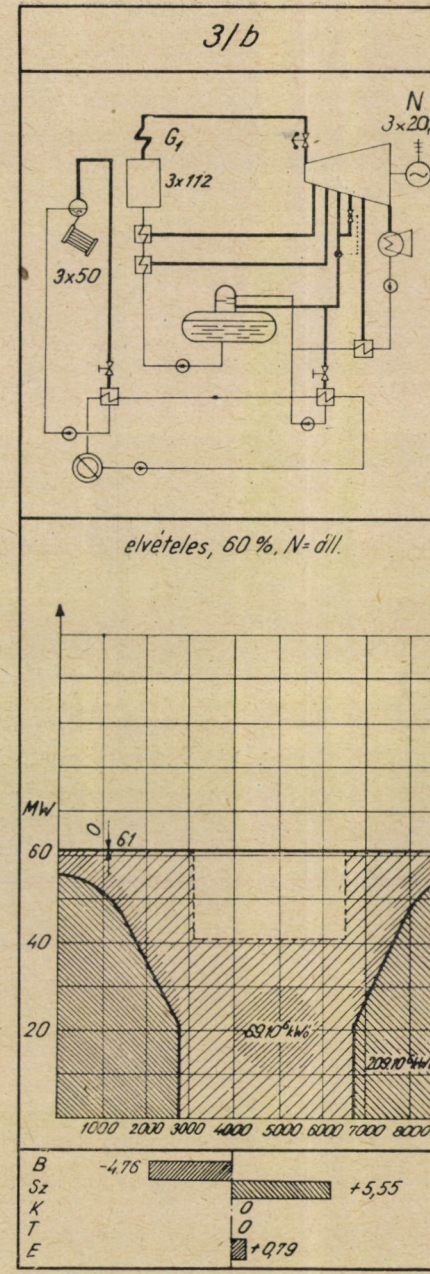
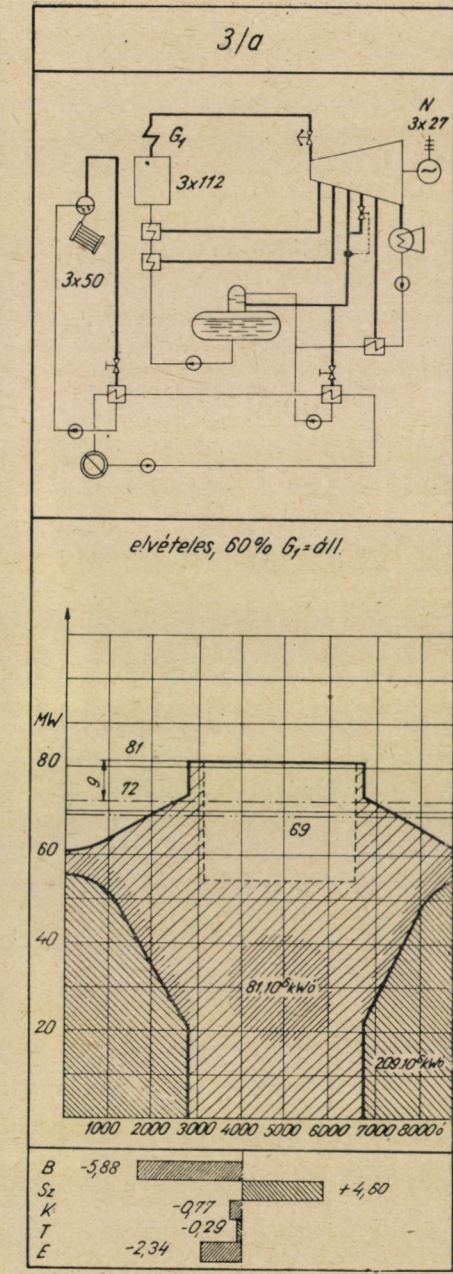
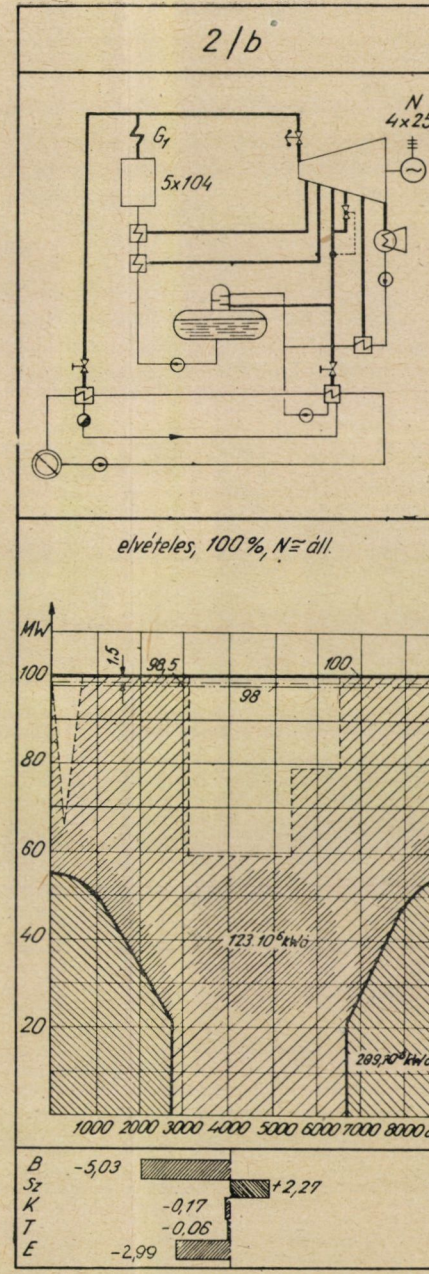
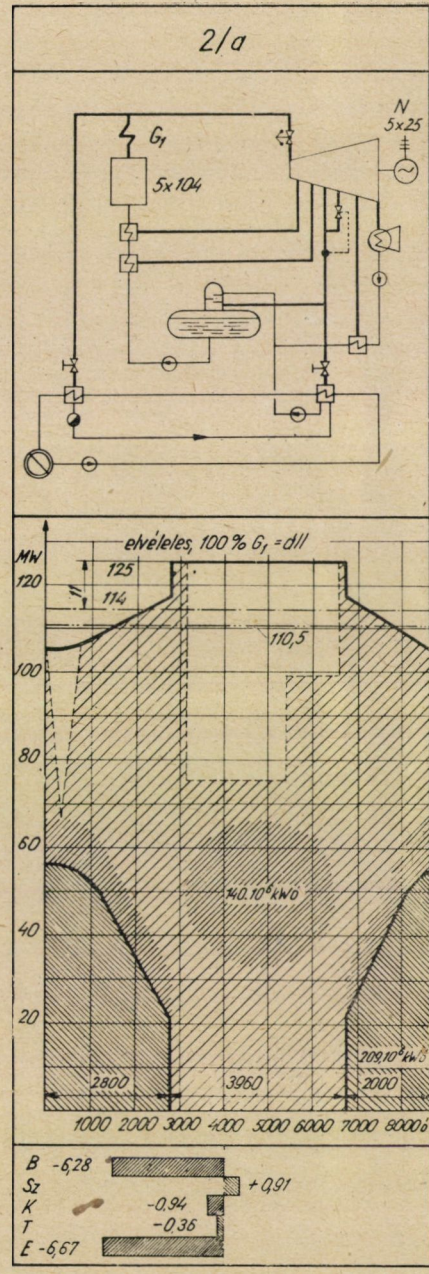
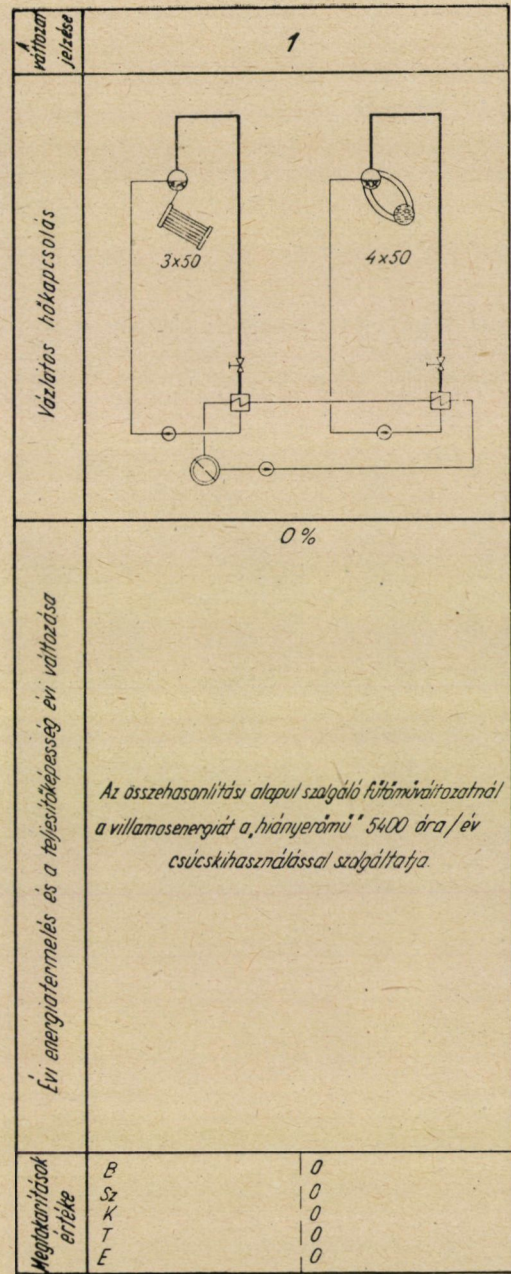
<i>Aujeszky László</i>	711
<i>Berényi Dénes</i>	711
<i>A. Mäde</i>	712
<i>Bacsó Nándor</i>	712
<i>Berkes Zoltán</i>	713
<i>Hille Alfréd</i>	713
<i>Dobosi Zoltán</i> válasza	714

<i>Takács Lajos</i> : A magyarországi talajok hógazdálkodása	717
--	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Kulin István</i>	725
<i>Bacsó Nándor</i>	726
<i>Zách Alfréd</i>	726
<i>Berényi Dénes</i>	726
<i>Kenessey Kálmán</i>	727
<i>Kakas József</i>	727
<i>Takács Lajos</i> válasza	727

<i>Dési Frigyes</i> : Meteorológiai összefoglaló	729
--	-----



MAGYARÁZAT

- Nagynyomású gőzkazán, túlhevítő után 105 ata, 510 C°
- Kisnyomású gőzkazán (segédfelületek nélkül), túlhevítő után 11 ata 250 C° $\eta_k \approx 80\%$
- Kisnyomású gőzkazán, túlhevítő után 11 ata, 250 C°, $\eta_k \approx 72\%$
- Hűtőtorony

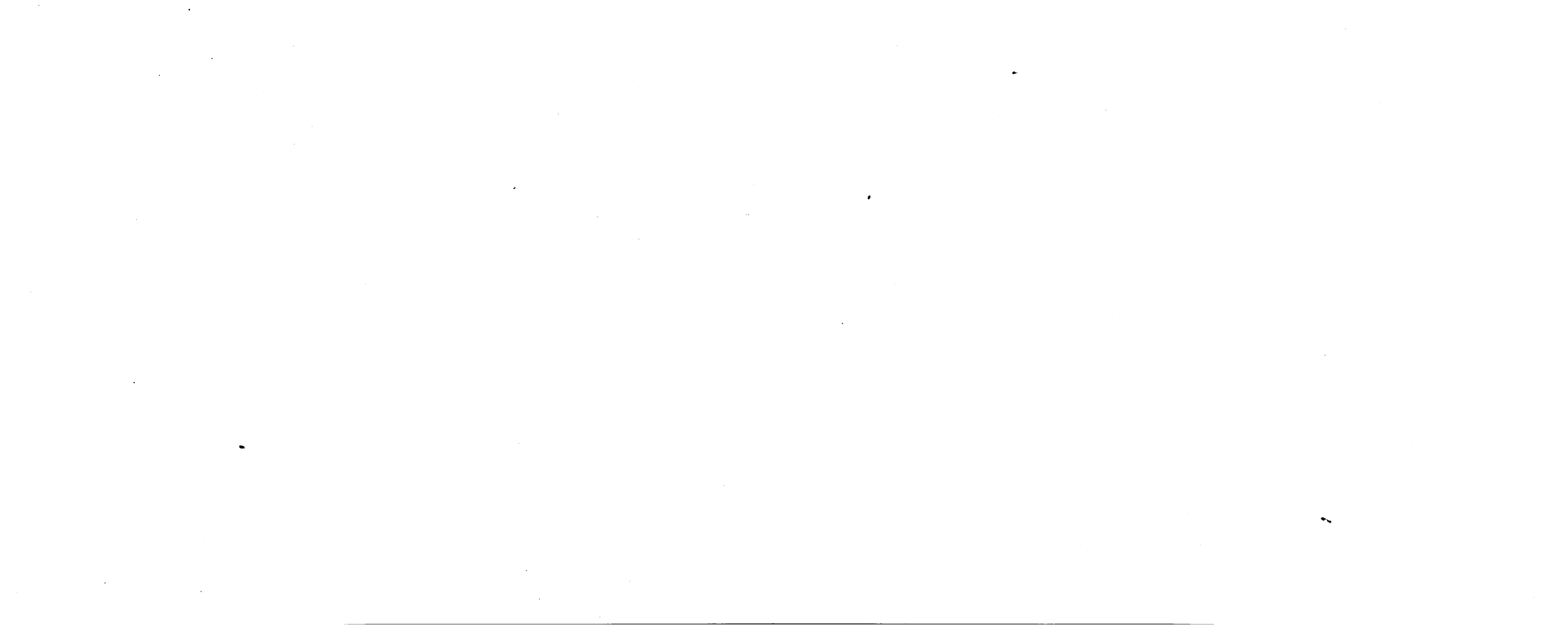
A kazán-, turbina-, generátor-jelkép mellett az egységek számát és teljesítményét tüntettük fel t/ó ill. MW értékben.

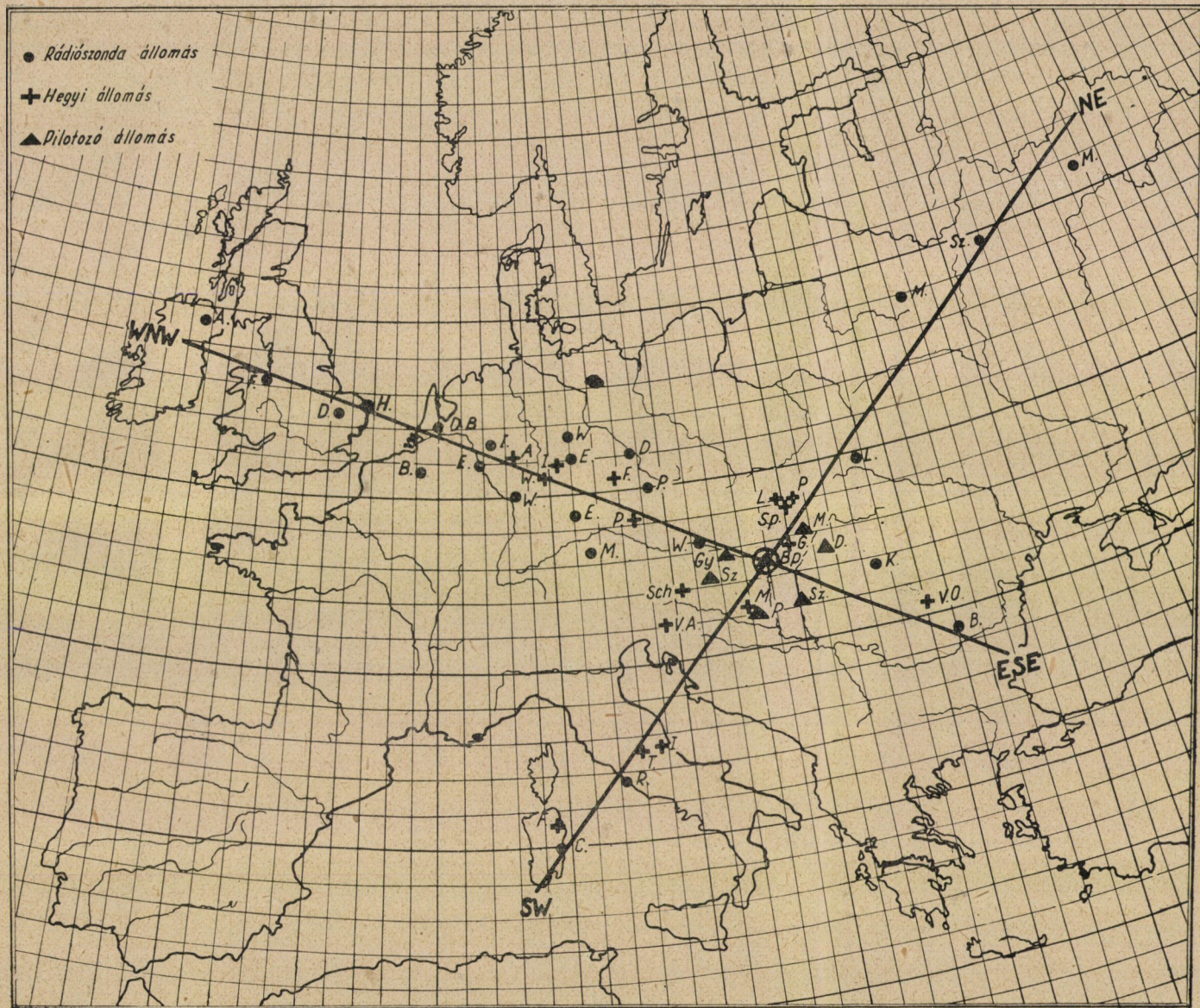
- A teljesítmény változása átlagos hőmérséklet lefolyása alapján, tekintet nélkül a karbantartásra.
- A karbantartás és időjárás okozta változóan fellépő teljesítménykorlátozás jelképe.
- Azonos fejlesztőképességű alaperőművi teljesítmény
- Az együttműködő rendszer karbantartási és biztonsági tartalék költségeinek figyelembevételével megállapított egyenértékű teljesítmény.
- »Ellennyomással termelt villamosenergia.
- Kondenzációval termelt villamosenergia.
- Kondenzációval termelt villamosenergia. (A csészeidőben termelt villamosenergiát a kör területe jelképezi.)

A feltüntetett kW-értékek a teljes évi »ellennyomással« ill. kondenzációs villamosenergiát jelzik.

B Beruházási megtakarítás, 10° Ft/év.
 Sz Szénmegtakarítás, 10° Ft/év.
 K Karbantartási költségmegtakarítás, 10° Ft/év.
 T Biztonsági tartalék megtakarítás, 10° Ft/év.
 E Eredő költségmegtakarítás, 10° Ft/év az 1./ változathoz képest.

1. ábra





1. ábra. A magyar aerológiai szolgálatban használt függőleges metszetek alapvonalai

III. TÁBLÁZAT

Vízminőség a Moldván, Prága fölött

A mintavétel időpontja és napszaka	Vízhozam m ³ /sec	Hőmérséklet °C		Izap mg/l			Bepárlási maradék mg/l			Aciditás	Alkalitás	pH	Oldott oxigén (Bruhns szerint) mg/l O ₂₂	5 napi oxigénigény mg/l O ₂	Mangánszám		Klór-szám mg/l O ₂	Jód-fogyasztás mg/l J	Ammoniak mg/l	Nitrogén mg/l	Klorid mg/l Cl	A teljes csraszám l ccm-ben			Az organizmusok l ccm-ben			A víz tisztasági foka (CSR normák alapján)	Megjegyzés	
		levegő	víz	összes	szerves	szerves	összes	szerves	szerves	ccm (l n) 10					4 órás vizsgálat mg/l O ₂	Kubel Tielman mg/l O ₂						agar 37 °C	agar 22 °C	koli 37 °C	összes	termelők	fogasztók			
										NaOH	HCl																			
1947 reggel	157	24	21	39,8	6,4	33,4	172	106	80	0,9	13	7,5	12,38	4,88	24,8	15,92	94,67	12,6	0,7	4,14	23,0	6000	9000	52	6368	6102	571	4	Maximum	
1949 este	148	21,5	19	41,8	12,2	29,6	214	140	74	1,9	14	7,6	13,7	9,70	19,2	14,54	79,88	12,6	0,5	2,91	19,0	2400	6000	64	4599	4263	445	5		
1947 reggel	38,3	1,5	1,0	5,4	1,9	3,5	88	14	46	0,5	8	7	4,4	1,14	8,0	3,32	34,88	1,28	stopy	1,12	13	14	1040	9	531	292	0	2	Minimum	
1949 este	39,0	1,5	1,0	4,0	1,8	2,2	82,2	54	15	0,5	8	7,1	5,56	0,14	4,8	3,3	31,95	2,52		1,34	12	24	320	12	318	272	18	2		
1947 reggel	84,34	13,5	12,08	14,48	3,78	10,70	142,3	76,0	66,3	0,64	10,7	7,3	8,56	2,34	16,13	10,83	42,63	6,6	0,2	2,24	18,6				14	1956	1760	196	3	Átlag
1949 este	84,17	14,04	13,7	28,9	10,28	18,62	143,8	80,9	62,9	0,93	11,0	7,2	9,07	3,26	14,47	10,51	45,18	7,1	1,97	1,97	16,8	957	1825	14	1956	1760	196	3		
1951 reggel	465	31,0	24,0	39,2	9,9	29,3	246	144	102	1,0	23,0	7,5	12,1	6,6	—	21,85	—	16,38	0,4	4,31	22,0	38 400	48 800	14	13 299	12 834	1464	5/3	Max.	
1951 este	48,60	3	7,0	9,4	2,2	7,2	114	82	32	0,6	10,0	7,1	5,5	1,16	—	8,32	—	5,04	0,1	0,86	11,5	1000	300	2	215	152	83	2/3	Min.	
1951.....	165,9	15,2	16,4	20,5	4,5	16,0	188	117	71	0,7	16,2	7,2	8,4	2,9	—	14,4	—	9,1	0,25	2,6	14,6	184	882	1	2	3200	448	4/3		
21. III. 1951	465	3	7	39,2	9,9	29,3	114	82	32	1	10	7,1	12,12	2,3	—	8,32	—	5,04	0,3	3,86	12	300	5800	14	215	152	63	3/3	Átlag	
30. V. 1951	97	16	19	23	3,6	19,4	168	106	62	0,6	12	7,5	10,47	6,62	—	12,75	—	7,56	0,7	1,68	13,0	670	1290	2	13 298	12 834	1464	5/3		
29. VIII. 1951	48,6	31	24	10,6	2,6	8,0	246	144	102	0,6	20	7,2	5,5	1,1	—	14,9	—	7,5	0,2	0,6	11,5	300	300	7	4884	3903	975	2/3		
9. XI. 1951	53,0	11,0	8,5	9,4	2,2	7,2	224	136	88	0,9	23	7,3	9,55	1,62	—	21,85	—	16,38	0,4	4,31	22,0	38 400	48 803	8	500	234	272	2/3		
13. XII. 1951	54	3	3	12,4	—	—	174	108	66	1,6	20	7,3	11,2	5,94	—	21,2	—	10,08	0,3	—	20,0	400	120	15	—	—	—	5		



BESZÁMOLÓ A MTA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK 1952(V)—1953(V) ÉVI MUNKÁJÁRÓL

HEVESI GYULA

A MTA Nagygyűlésén 1953 V. 27-én megtartott előadás

Legutóbbi, 1952 májusában megtartott Nagygyűlésünk óta eltelt esztendő felemelt öt éves tervünk végrehajtásának döntő jelentőségű periódusa volt, amelynek folyamán a végrehajtandó feladatok feszítettségét még rendkívüli mértékben fokozta a különösen rossz termés is.

Népgazdaságunk sokoldalú és gyors fejlődésének feszített üteme feszített munkát követelt meg tudományos intézményeinktől, elsősorban műszaki tudományos intézményeinktől és ezek központi irányító szervétől, a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályától is. Ez a követelmény annál is inkább fennállt, mert ipari tervfeladataink műszaki megvalósíthatósága, a Szovjetunió nagy tudományos és műszaki segítsége mellett is, sok tekintetben feltételezte és megkövetelte azt, hogy hazai műszaki tudományos munkánk a szükséges határidőkre gyakorlatilag alkalmazható eredményeket bocsásson rendelkezésre. A mindennapi termelőmunka tervszerű végrehajtásával kapcsolatos nehézségek is megkövetelték a tudomány állandó és sokoldalú hatályos segítségét.

A Műszaki Osztály vezetőségének minden törekvése oda irányult, hogy népgazdaságunk e követelményeinek eleget tegyen és műszaki tudományainkat tervfeladataink megvalósításának és a jövő még nagyobb feladatai előkészítésének minél hatályosabb eszközévé tegye.

A legjelentősebb eredmény, amelyet az elmúlt év során elértünk az, hogy sikerült az Osztályt egy már tervszerűen és rendszeresen működő, tudományosan nagymértékben munkaképes szervezetté fejleszteni, ami alapjában véve befejezi az Osztály első felfejlődési periódusát és képessé teszi a reárárt sokrétű tudományos feladat végrehajtására.

Mint arra már legutóbbi közgyűlésünkön is rámutattunk, az Osztály szervezeti megalapozásának elvi nehézségei abból származtak, hogy egyrészt tagjainak száma igen kicsiny (jelenleg is mindössze 7 rendes és 18 levelező tag) az idetartozó tudományterületek számához képest, éshogy ugyanakkor az Osztály nem rendelkezik olyan tudományos intézetekkel, amelyekben közvetlenül is foglalkozhatna azoknak a kérdéseknek tanulmányozásával, amelyekben végső fokon neki kell a tudományos döntéseket meghozni. Az idetartozó

tudományterület szélességének jellemzésére felemlíthetem, hogy hazai statisztikánk több mint 60 iparágat különböztet meg, amelyek a műszaki tudományok területéhez tartoznak, de a szovjet statisztika több, mint 170 ilyen iparágat kezel külön egységként, amelyek jórészt nálunk is megvannak, habár nem annyira jelentékenyek, hogy indokolt lenne ezeket elkülönítetten számon tartani. Természetes, hogy ezek között vannak elsőrendűen fontosak, amelyekre elsősorban kell figyelmünket és erőfeszítéseinket koncentrálni, mint pl. a bányászat és a vele kapcsolatos földtani kutatás, a kohászat, gépészet, energetika; de ugyanakkor aligha van olyan, amelynek az Osztály részéről való teljes tudományos elhanyagolását a népgazdaság komoly károsodásának veszélye nélkül megengedhettük volna. Ezért Osztályunk feladatait csakis úgy képes megvalósítani, ha szervezeten tudja az ország legjobb műszaki-tudományos erőit munkájába bekapcsolni, s azokat tervszerűen és felelősen foglalkoztatni a reágharuló elvi jelentőségű és operatív tudományos feladatok kidolgozásában. Ez a szervezési folyamat, egy valóban kompetens, az Akadémia tudományos fegyelmét elismerő, munkaképes állandó aktiva bevonása az Akadémia munkájába, a hozzánk tartozó tudományterületen általában befejezettnek tekinthető. Jelenleg 20 akadémiai főbizottság keretében 83 szakbizottságunk működik, amelyek egyrésze inkább témabizottságnak tekinthető, összesen mintegy 800 taggal. A szakbizottságok összetétele a következő: 24% ipari kutató, 25% egyetemi tanár és docens, 20% üzemi mérnök és 30% vezető-szervek, tervező irodák stb. szakemberei.

Egy ilyen munkarendszer létrejötte az Osztály hároméves fennállása alatt végzett kitartó, türelmes, tudományos és politikai szervező- és nevelőmunkának az eredménye. Ez az aktíva nem egy lazán és feltételelesen összefüggő társadalmi szervezet; e bizottságok szerves alkotó elemei az Osztálynak, ahol a munka önkéntes társadalmi jellege éppen csak abban mutatkozik meg, hogy érte külön fizetés nem jár. Akadémiai bizottsági tagnak lenni komoly meg-tiszteltetést jelent, s ezért a tagok készséggel és önként elismerik munkájukban az állami fegyelem és felelősség követelményét. Kialakult és megerősödött e bizottságok egységes irányításának módszere, az Osztály tudományos munkaterve alapján, amelynek e bizottságok tulajdonképpeni végrehajtói a maguk szakterületén. Tájékoztatásul rá kívánok mutatni arra, hogy e kiterjedt bizottsági rendszer irányítása hogyan történik.

Az Osztályvezetőség minden félév előtt a maga munkaterve alapján megadja a következő félévi bizottsági munka tervezésének irányelveit, valamint a tervben feltétlenül beiktatandó feladatok felsorolását. Ennek alapján dolgozzák ki a főbizottságok a maguk és a hozzájuk tartozó egyes bizottságok munkaterveit, amelyeket az Osztályvezetőség felülvizsgál és a szükséges módosításokkal megerősít. Évenként legalább egyszer, de lehetőleg félévenként, minden főbizottság beszámol osztályvezetőségi, vagy esetleg osztályülésein az általa végzett munkáról, amelyet itt rendszerint igen beható kritikának

vetnek alá s az ilyen osztálybeszámolók nagymértékben járulnak hozzá a bizottsági munka további megerősödéséhez. Ezidén különösen nagy súlyt helyeztünk arra, hogy a fő- és szakbizottságok minél kevesebbet foglalkozzanak szervezési, vagy adminisztratív jellegű kérdésekkel, és fő munkájukat a szakterület legfontosabb tudományos kérdéseinek megvitatására és előbbrevitelére fordítsák. Ezért bevezettük az ú. n. intézőbizottságok rendszerét, amely tulajdonképpen a főbizottság 3—4 tagú szűkebb vezetősége, és amely rövid úton maga intéz el minden olyan ügyet, pl. rendezvényekkel, aspiranturával, ösztöndíjakkal, kiküldetésekkel stb. kapcsolatban, amelyekhez felesleges lenne bizottsági ülések idejét igénybevenni. Ugyanígy gondoskodik a bizottsági ülések tárgyának megfelelő előkészítéséről is. Igen nagy mértékben javította a bizottságok irányítását az akadémikusok fogadóóráinak bevezetése, amikoris a különböző folyó ügyeket úgy az egyes bizottságok vezetőivel, mint a titkári apparátus előadóival közvetlenül lebonyolítják.

Az Osztály szervezeti felépítésének kérdését azért kellett ilyen részletesen és mindjárt beszámolóim elején ismertetni, mert csak így válik érthetővé, hogy az Osztály a maga igen kis taglétszámával és a közvetlenül rendelkezésre álló egészen kisszámú tudományos titkári apparatusával, megfelelő akadémiai kutatóintézetek nélkül, mégis jelentős munkát tudott végezni népgazdaságunk műszaki fejlesztése érdekében és szerepe e tekintetben egyre jelentősebbé, és kezdeményezőbb jellegűvé válik.

Bizottsági rendszerünk kialakulása és tudományos munkájának kifejlődése magyarázza meg azt, hogy a tevékenységükről szóló beszámoló egyidejűleg eléggé megközelítő képet ad műszaki tudományaink mai állásáról és szocialista építésünk legtöbb fontos műszaki tudományos problémájáról is.

Mielőtt azonban ennek szakterületenként való ismertetésére kitérnék, legyen szabad akadémiai bizottságaink munkájának még egy fontos és igen figyelemreméltó sajátosságára rámutatnom. Az akadémiai bizottsági munka tulajdonképpen két különböző jellegű funkciónak dialektikus egyesítője. Az egyik oldala a munkának a szorosan vett akadémiai feladatok végrehajtása, amelyekkel az Osztály csakis bizottságai segítségével foglalkozhat. Ennyiben a bizottságok az Akadémia *munkaszervei*. Nem kisebb jelentősége van azonban a bizottságoknak *vezető tudományos és műszaki kádereink legfelsőbb továbbképző iskolája* minőségében. Itt találkoznak az elmélet és gyakorlat legjobb szakemberei és ez az a hely, ahol az őket közösen érdeklő problémák megvitatásakor tudásukat és tapasztalatukat kicserélve, az egyenrangú vélemények harcában maguk is egy magasabb színvonalra emelkedhetnek, új ötleteket, ismereteket, impulzusokat kapnak a további munkához. Tapasztalatunk szerint leginkább ebben rejlik az akadémiai bizottságok vonzó és összetartó ereje. Az a körülmény, hogy ez a »továbbképzés« viszont állami feladatokhoz, a szocialista építés szempontjából legfontosabb problémákhoz kapcsolódik, maga után vonja

ezeknek a problémáknak is egyre magasabb színvonalon való tárgyalását és megoldását. Ezért is tekinthetjük az ilyen bizottságokat a munka és a tanulás dialektikus egysége kifejezőjének is. Olyan új formája ez a szocialista értelmiségi munkának, aminő csak az Akadémia keretében fejlődhetett ki és tartható fenn. Annak ellenére, hogy mai gyakorlatunkban ennek a rendszernek még sok hiányossága és tökéletlensége van, és egyes területeken talán túl is méretezett, a magam részéről mégis hajlandó vagyok ezt az élénk, sokoldalú és magas színvonalú tudományos munkát, amely ilyen módon az Akadémia falain belül kialakult, s amely egyre szélesebb rádiuszban hat ki az egész ország tudományos életére, az Osztály eddigi munkája egyik legnagyobb eredményének tekinteni.

Áttérek ezek után egyes főbizottságaink munkájának és ezen keresztül műszaki tudományaink mai helyzetének és legfontosabb további feladatainak ismertetésére. Ez természetesen egy, a technika minden területére kiterjedő beszámolóban csak igen hozzávetőlegesen lehetséges. Ezért előzőleg még megjegyzem, hogy Osztályunk vezetősége már ezév elején valamennyi bizottság feladatává tette, hogy fogjon hozzá a második ötéves terv kidolgozásával kapcsolatos tudományos feladatok előkészítéséhez és mindenekelőtt tegye beható kritikai vizsgálat tárgyává az adott szakterület műszaki-tudományos helyzetét, viszonyítva a korszerű technika és elsősorban a szovjet és baráti államok technikájának mai állásához, hogy ennek alapján meghatározhassák a tudományos fejlesztés további feladatait. Bizottságaink legtöbbje ennek alapján már igen jelentős munkát végzett, amelynek széleskörű ismertetésre alkalmas eredményeit a szakajtóban, vagy esetleg külön összefoglaló publikációkban is közzé fogjuk tenni. Ezt az anyagot kérem majd mai beszámolómmal elkerülhetetlen hiányosságainak pótlásaként figyelembe venni.

A földtani tudományok és a földtani kutatás fejlesztése Osztályunk egyik legfontosabb feladata. Elég ha utalok arra, hogy Rákosi Mátyás elvtárs egyik legutóbbi országgyűlési beszédében mennyire aláhúzta népgazdaságunk anyagellátása szempontjából a geológia jelentőségét. Osztályunkon belül a *Földtani Főbizottság* mellett még 5 szakbizottság foglalkozik e tudományág fejlesztésével. Legfontosabb munkái közül különösen kiemelendőnek tartom a Velencei-hegységben megindított földtani kutatások tudományos irányítását, amely úgy elméleti, mint gyakorlati szempontból rendkívül figyelemreméltó eredményekre vezetett. Igen nagyjelentőségűek az egyes bauxitfajták részletes ásvány-kőzettani és geokémiai vizsgálatával kapcsolatos kutatások, amelyek a bauxit ásványos összetételére és a bauxit földtani keletkezésére vonatkozóan teljesen új tudományos megállapításokra vezettek. Hazai közeteinkben található ritka elemek vizsgálata terén végzett úttörő munka beigazolta a geokémiai tudomány nélkülözhetetlenségét nyersanyagkutatásainknál. Előbbrevítte a bizottság a telkibánya közelében talált gipsz feltárását, valamint a mangánkutatást is, és kezdeményezésére indult meg az ország egyes területeinek össze-

foglaló földtani szintézise. Ilyen módszerrel folyik jelenleg az eddig legjobban elhanyagolt Gerecse-hegység földtani vizsgálata.

Az Olajföldtani Szakbizottság a meghívott kiváló szovjet tudósok és szakemberek közvetlen segítségével lényegesen emelte kőolajkutatásaink tudományos színvonalát, ami máris jelentős eredményeket adott a gyakorlati kőolajkutatásban, amit ezzel kapcsolatban bizottsági tagjainknak jutott nagyszámú Kossuth-díj is bizonyít. A legfontosabb további előttünk álló feladatokhoz sorolhatjuk Magyarország egységes geológiai szintézisének elkészítését, a megindított geokémiai kutatások további folytatását az elemeknek a földkéregben való feldúsulására, valamint migrációjára vonatkozó törvényszerűségek megállapítása céljából. A bauxittal kapcsolatos további ásvány-kőzettani és geokémiai vizsgálatok a bauxit felhasználásának új technológiai lehetőségeire vezethetnek. A szénhidrogénkutatások legfontosabb problémája hazai kőolajterületeink fácies-térképeinek elkészítése, ami pontosabban meg fogja világítani földgáz- és kőolajelőfordulásaink keletkezési viszonyait. Fel kell számolnunk kőszénterületeink részletes bányaföldtani vizsgálata terén fennálló elmaradásunkat is.

Geodéziai és Geofizikai Főbizottságunk s a mellette működő négy szakbizottság tudományos munkája igen szoros kapcsolatban van a gyakorlattal. A geodézia terén irányítja az új felsőgeodéziai hálózatok kifejlesztését és ezen a téren nemzetközi viszonylatban is új megoldásokhoz jutott. Irányítja az országos első- és másodrendű gravitációs alapponthálózat megvalósítását, ami lehetővé fogja tenni az összes eddigi gravitációs mérések egyeztetését. Igen fontosak a bizottság és a Soproni Munkaközösség részéről folytatott kísérletek a bauxit geoelektromos módszerekkel való kutatására, amelyet már a gyakorlati célkutatásnál is használatba vesznek. Igen fontos feladat a szénkutatás geofizikai vizsgálata és a geofizikai módszerek alkalmazásának megkísérlése a karsztvízkutatásnál. Osztályvezetőségünk felszólítására Híradástechnikai Bizottságunk is foglalkozott ezzel a kérdéssel, hogy geofizikusainknak e tekintetben szakszerű segítséget adjon. Ennek alapján lehetségesnek látszik egy frekvenciamoduláción alapuló eljárás kidolgozása, amely 16–40 méteres hatósugárral alkalmas lenne a karsztvíznek a kőzetet keresztül való megállapítására, amely egyes kevésbé mély bányáuzemeknél, mint pl. Tata-bánya is, gyakorlatilag számításba jöhetne.

A Hidrológiai Főbizottság és a hozzátartozó szakbizottságok működéséhez a múlt év folyamán számos fontos kezdeményezés fűződik. Foglalkozott a Bizottság a Duna és a Tisza csatornázására és vízerő hasznosítására vonatkozó vázlattevekkel, a dunai hordalékvíz és árvízlevonulási viszonyokkal, a Tisza-csatornázás és öntözés kérdéseivel. Nemzetközi viszonylatban is komoly eredményt ért el az akadémiai hidrológiai és meteorológiai kongresszus megrendezésével. Kezdeményezte az országos vízgazdálkodási keretterv megvitátását és javaslatokat tett a Balaton távlati fejlesztésével kapcsolatos

hidrológiai kérdésekben. Tevékeny részt vesz a Tisza-szabályozással kapcsolatos természetátalakító tervek kidolgozására létrehozott komplex akadémiai bizottság munkájában is.

Bányászati Főbizottságunk mellett 9 szakbizottság foglalkozik a bányászat különböző szakmai és tudományos kérdéseivel. A Bizottságok legfontosabb feladata, hogy elősegítsék egész szénbányászatunk korszerű átszervezését és nagyüzemű szocialista bányászattá történő kifejlesztését. Ennek megfelelően elsősorban a frontfejtésekre való áttérés miatt különös fontosságot nyert bányászati kőzetmechanikával, a liászbányászattal, a bányagépesítés és a mélyfúrás kérdéseivel foglalkozott. Összegyűjtötte és rendszerezte a kőzetnyomásra vonatkozó elméleteket, s ennek alapján különösen a fiatalokú barnaszénttelepek művelésével kapcsolatos kőzetnyomási jelenségeket vizsgálta. A bányagépesítés terén lényegesebb kérdései az új típusú jövesztőgépekre vonatkozó vizsgálatok, a hidraulikus energiaátvitel, a villamoshajtású fejtőkalapácsok kérdései voltak. Részletes elaborátumot terjesztett gazdasági vezetőszerveink felé a bányagép-tervezés és gyártás elmaradottságának okairól s az ezzel kapcsolatos feladatokról. Jelenleg a Gépészeti Főbizottsággal együtt beható vizsgálat tárgyává teszi az F. 4. fejtőgép gyártási hiányosságaival kapcsolatos kérdéseket.

A *Liászbányászati Bizottság* a meredek telepeknél felmerülő művelési nehézségekkel, a kőzetmozgás-szabályozás, a gázkitörésveszély csökkentésének kérdéseivel foglalkozott; javaslatokat tett az erősen gázos telepeken tervszerű lecsapolási kísérletek lefolytatására. A *Mélyfúrási Szakbizottság* a kötélfúrás lengéstani kérdéseivel, az elektromos lyukszelvények bevezetésével, a különböző kőzetek átfúrásánál alkalmazandó eljárások egységes szabályozásával foglalkozott.

Az *Ércbányászati Bizottság* elsősorban az ércelérek fémtartalmának meghatározás-módszereivel, az érc kutatás irányelveinek kérdéseivel foglalkozott, s közvetlenül közreműködött a gyöngyösoroszi és rudabányai ércelőkészítő üzemek műszaki kérdéseinek megoldásánál. Ércelőkészítésünk terén különösen jelentős eredménynek kell minősítenünk a hidrociklonok kidolgozását, elsősorban az urkuti mangánérc dúsítására, ami azonban sok más ásványi anyag dúsítására is alkalmas.

Az *Ásványbányászati Bizottság*ot különösen a tűzálló agyag, porcellánföld és talcum-bányászati kérdések foglalkoztatták; ezek mind igen fontos alapanyagok az iparnak.

A *Tőzegbizottság* a tőzegvagyon megállapításával, minőségi megoszlásával, szigetelőanyagok, faszén, tetőfedőanyagok és fapótló anyagok előállításának kérdéseivel foglalkozott.

Olajbányászati Szakbizottságunk főkérdései a másodlagos olajtermelés problémái voltak. Ezen a téren a kutatás jelentősen előrehaladt, s eredményeitől olajtermelésünk emelkedését várhatjuk a közeljövőben.

Az *Energetikai Főbizottság* munkájában, mely főbizottsághoz egy villamos és egy kalorikus szakbizottság tartozik, ki kell emelnünk a Dunai Vízerőmű létesítésével kapcsolatos műszaki és gazdaságossági kérdések beható tanulmányozását. Az eddigi tanulmányok megállapították a Dunai Vízerőmű gazdaságosságát, valamint azt is, hogy felépítése a hajózásra, hordalék-, jég-, árvízlevonulásokra hátrányt nem jelent.

A Villamos Szakbizottság és az Energetikai Főbizottság részletes tanulmányok után megállapította, hogy a hazai viszonyoknál az országos kooperációt nem az eredetileg tervbevett 220 kV-tal, hanem 120 kV feszültséggel célszerű létesíteni, ami amellet, hogy műszaki szempontból is valamivel előnyösebb, lényeges megtakarítást eredményez beruházásokban.

A hőerőművekkel kooperáló vízerőművek egyenértékű teljesítményének meghatározására az Energetikai Főbizottság megállapította, hogy vízerőművek hőerőművekkel egyenértékű teljesítménye lényegesen magasabb, mint az eddig nálunk általában elfogadott volt, amiből a vízerőművek nagyobb gazdaságossága következik.

Az Energetikai Főbizottság és Hőenergetikai Szakbizottság tanulmányokban behatóan foglalkozott a tárolóművek kérdésével. A víztárolóművel kapcsolatban végzett új módszerű tanulmányokkal megállapíthatóvá vált a víztárolómű által a hőerőművekben okozott többletszénfogyasztás. A víztárolómű létesítésével kapcsolatos egyéb kérdések tanulmányozása még folyamatban van.

A hőtárolókkal kapcsolatban a bizottság javaslatot készített a tárolómű előterveinek elkészítésére; ezt megelőzően részletesen megvizsgálták a tárolómű létesítésének gazdaságosságát és annál jelentős megtakarítás lehetőségét állapították meg.

A további munka súlyponti feladata az ország energiagazdálkodásának elvileg helyes felépítése. E témán belül foglalkozni kell az országos energiaellátás valamennyi fontosabb kérdésével (csúcserőművek, fűtőerőművek stb.)

A Villamos Szakbizottság az országos kooperáló hálózat üzembiztonságának minél nagyobb mérvű fokozását, illetve az idevágó tudományos kérdések megoldását tűzte ki maga elé, továbbá foglalkozni fog a kis- és nagyfeszültségű villamoskészülékek további fejlesztésének és a teljesítménytényező javításának kérdésével.

Igen fontos rendezvénye volt a Bizottságnak a múlt évi hulladék hőenergiák hasznosításával foglalkozó kongresszus, amely igen jelentős energiamegtakarítások lehetőségét tárta fel aránylag jelentéktelen, 1—2 éven belül teljesen megtérülő beruházásokkal. Ezzel kapcsolatban részletes javaslatot tettünk kormányzati szerveink felé. Igen fontos javaslatokat tett az Energetikai Főbizottság hazai kazángyártásunk megfelelő előkészítése érdekében, figyelembevéve a második ötéves terv óriási energetikai előirányzatát. Kohászati szakembereinkkel együtt javaslatokat tett az R.M. Csőgyár gyártmányainak megjavítására,

hogy azok nagynyomású és magas hőmérsékletű kazánokban alkalmazhatók legyenek.

Vaskohászati Főbizottságunk a múlt év folyamán négy szakbizottságra differenciálódott, hogy ennek a fontos iparágnak problémáival az eddiginél behatóbban tudjon foglalkozni. A Nyersvasgyártási Szakbizottság javaslatára szabványosították a nagyolvasztóba beadagolt mészködadarabok nagyságát, a kohókokszfogyasztás csökkentése érdekében. Foglalkozott a Bizottság a vaszegény érceknek forgócsökemecében történő redukciójával, az ú. n. Krupp-féle eljárással. E kérdés eldöntésére javaslatot tett megfelelő kísérleti berendezés felépítésére. Részletes javaslatot dolgozott ki kormányzatunk felé a vaskohászat távlati fejlesztésével kapcsolatban. Ebben különösen aláhúzta az ércdúsítás fontosságát és szorgalmazta egy törpeaknás kísérleti kohó felállítását a hazai barnaszénkoksznak oxigéndúsítással kombinált kikísérletezésére.

Az Acélgégyártási Bizottság foglalkozott az ócskavashiány következtében fellépő gégyártási kérdésekkel. Javaslatot tett a oxigénes konverter-üzem kísérleti felállítására, valamint a nyersvas kondicionálás kérdésében is. Igen fontos volt bizottságaink tanácskozása Bardin akadémikussal, aki bizottságaink számos javaslatával egyetértett és a maga részéről igen fontos útmutatásokat adott vaskohászatunk jövőbeni fejlesztésére.

Fémkohászati Főbizottságunk a hozzátartozó 7 szakbizottsággal, az üzemekkel, kutatóintézetekkel és tanszékekkel szoros együttműködésben igen jelentős munkát végzett színesfém- és különösen alumíniumiparunk fontos problémáinak előbbrevitelében. Elvégezte a különböző bauxitfeldolgozó eljárások összehasonlító kiértékelését; javaslatot tett igen elmaradt színes- és könnyűfém félgyártmánytermelésünk felfejlesztésére; kezdeményezte és közvetlenül elősegítette hazai ötvözőanyagokból készülő ferroötvözetek előállítását. Ugyancsak fontos kezdeményezése a vanádiumiszapnak kohászati célokra való feldolgozása. Tisztázta a timföldgyártási technológia számos gyakorlati és elméleti vonatkozású kérdését, így pl. a bauxit nedves őrlésével, a timföld levegős kikeverésével kapcsolatban stb. Kezdeményezésére indult meg a kutatómunka az alumíniumnak a timföldgyártás megkerülésével szublimáció útján való előállítására. Fontos munkát végzett a vörösiszap titántartalmának realizálása érdekében is.

Ezen a területen igen jelentős tudományos eredmények kerültek első publikálásra az Acta Technica-ban és Osztályközleményekben. Ide kell sorolnunk Geleji akadémikus »Rúdsajtolás és tuskólyukasztás« c. tanulmányát, Geleji és Schay »Rézfinomítás forgódobos kemencében« c. cikkét, amely lehetővé teszi, hogy a második ötéves terv keretében rézkohászatunkat az eddiginél jóval gazdaságosabb berendezésekkel szereljék fel. Gillemot László »Titán-előállítás hazai útjai« c. cikkét az Osztályközleményekben, Domony és Vassel K. az Actákban ismertetett eljárását a fémalumínium vezetőképeségének javítására, stb.

A *Gépészeti Főbizottság* mellett hét szakbizottságunk működik. Ezek a leg-
régibben megalakult bizottságaink és tulajdonképpen a velük szerzett pozitív
tapasztalatok alapján hajtottuk végre a többi szakterületen is a bizottságok
specializálását. Említésreméltó a Szerszámgép- és Gyártástechnológiai Szak-
bizottságunk által rendezett szerszámgép kongresszus, amelyen tevékeny részt
vett hét külföldi tudós is a baráti államokból. A kongresszusnak igen jelentős
eredményei voltak úgy tudományos, mint ipari szempontból, amelyek alapján
számos javaslatot tartalmazó előterjesztés történt kormányzati szerveink felé
szerszámgépgyártásunk fejlesztési feladatait illetően. E szakbizottság igen fontos
témája a gerjesztett és öngerjesztett rezgések elmélete és a rezgések kiküszöbölésének módja, figyelembevéve a Szovjetunióban és a népi demokráciákban folyó
hasonló kísérleteket.

Vízgépészeti Szakbizottságunk igen alaposan alátámasztott javaslatokat tett
szivattyúgyártásunk korszerűsítésére, amelyeket a minisztérium magáévá tett
és ennek alapján részben már el is készültek az új, sokkal jobb hatásfokú
szivattyúk prototípustervei. Egy külön komplex-bizottság kutatási tervet dol-
gozott ki a turbófeltöltő hazai gyártásának előkészítésére és ennek megfelelő
lapátanyag előállítására. E tervet alapján a kutatómunka már meg is indult.
A részben már megindított és a közeljövőben alapvetően kifejlesztendő munkák
között kell megemlítenünk a nagynyomású, 100—120 atmoszférás hegesztett
kazándobok gyártási lehetőségeinek vizsgálatát.

Tekintettel a *bányagépgyártás terén* fenálló nehézségekre, az Osztályvezető-
ség a Gépészeti Főbizottság sürgős feladatává tette a bányagépek és különösen
az F. 4. fejtógép megfelelő gyártási feltételeinek kivizsgálását és a gépek elő-
állításával kapcsolatos nehézségek kiküszöbölésének elősegítését. Fontos és
sürgős feladatként fogott hozzá a bizottság egy korszerű univerzális *traktor*
és egy megfelelő traktor Diesel-motor kialakítására vonatkozó javaslat kidolgo-
zásához.

A *Belsőégésű Gépek Szakbizottság* a kétütemű Diesel-motorok hazai gyártá-
sának lehetőségeivel foglalkozik, aminek megoldása igen jelentős népgazdasági
eredménnyel járna.

Gépészeti Főbizottságunk munkájával kapcsolatos és részben általa ellen-
őrzött eredményként kell felemlítenünk a vegyipari gépészet több fontos kon-
strukciójának megoldását, a szárnylapátos ventilátortípusok konstruktív meg-
javítását, amely az eddigi 40—60%-os hatásfokokat 80% fölé emeli, a féllánc-
talpas traktortípus kidolgozását, amely mintegy 25—30%-kal emeli a traktor
szántási teljesítményét, az üzemanyagfogyasztás jelentős csökkentése mellett.

Híradástechnikai Főbizottságunk hat hozzátartozó szakbizottsággal Osztá-
lyunk legjobban működő bizottságaihoz tartozik. Főfeladatául híradástechnikai
iparunknak az utóbbi időben a világtechnikai szívonaltól való viszonylagos
elmaradása felszámolását tűzte ki. Itt egyrészt jelentős munkát végzett egyes
gyártmányok konstruktív javítása érdekében, másrészt rendkívül fontos és

eredményes tevékenységet fejt ki a híradástechnikai alapanyagok minőségének javítása érdekében, amivel üzemek komoly tudományos segítség nélkül képtelenek megbirkózni. A bizottság közvetlenül az üzemekben igen behatóan tanulmányozta a gyártás menetét, felderítette a technológiának azon hiányosságait, amelyek a legtöbb selejtre vezettek és amelyek az üzemi szakemberek által észre sem vett finomságokra voltak visszavezethetők. Ilyen módon rendszeresen foglalkozott a bizottság a rétegellenállások gyártási kérdéseivel, a kondenzátor-dielektrikumokkal, a megfelelő minőségű nagyfrekvenciás bakelit-présporok, szuszpenziók minőségi kérdéseivel. E kérdések megoldása lehetővé fogja tenni jobb minőségű, kisebb méretű és korszerűbb alkatrészek és végterményben lényegesen jobb teljes konstrukciók kialakítását és gyártását.

Másik ilyen alapvetően elmaradott kérdés-komplexum a mágneses anyagok terén mutatkozott. Az automatika bevezetése a nehéziparba megköveteli, hogy a rövid élettartamú kényes elektroncsöves erősítők helyett korlátlan élettartamú, gondozást nem igénylő mágneses erősítőket dolgozzunk ki. A Mágneses Szakbizottság az erre irányuló kísérleteket összefogja és irányítja s e téren máris jelentős eredményeket ért el. A Bizottság a megfelelő alapanyagok hazai kidolgozásán kívül azt az alapvető feladatot tűzte ki maga elé, hogy megfelelő szakértelemmel rendelkező, a mágneses fizikához és így a mágneses anyagok előállításához, megmunkálásához és felhasználásához értő mágneses szakembereket kineveljen; ezért a III. Osztállyal közösen előadássorozatot rendezett. Ezek az előadások igen nagy érdeklődést váltottak ki fizikusaink és híradástechnikusaink részéről.

Az *Automatizálási Főbizottság* és az ahhoz tartozó négy szakbizottság főfeladata, hogy elősegítse a második és az azt követő öt éves tervek nagyszabású automatizálási feladataihoz szükséges tudományos bázis és káderek kialakítását. Ezt természetesen csak a különböző szakterületekkel szoros kooperációban tudja elvégezni.

Méréstechnikai és Műszerügyi Főbizottságunk működése az egész tudományos kutatás szempontjából rendkívül fontos területet ölel fel; de nem kevésbé fontos ez a terület ipari termelésünk minőségi emelkedése és jövőbeni széleskörű automatizálása szempontjából sem. Ezzel magyarázható, hogy éppen ezen a területen vált legelőször elkerülhetetlenül szükségessé a bizottsági munkának közvetlenül az Akadémia rendelkezésére álló tudományos kutatási bázissal való megerősítése és így első műszaki jellegű akadémiai kutatóintézetünknek, a Méréstechnikai és Műszerügyi Intézetnek létesítése.

Ez a főbizottság a múlt évben kénytelen volt még főleg szervezési kérdésekkel foglalkozni, abból a célból, hogy javítsa a tudományos kutatás műszerrel való ellátottságát és segítse az e téren fennálló súlyos hiányosságok felszámolását. Ezt a célt sikerült alapjában véve elérnie. Lényegesen leegyszerűsödött műszerbeszerzésünk előírt menete és hatalmas raktáron fekvő műszerkészletek jutottak el kutatóintézeteinkhez és tanszékeinkhez. A bizottság

kezdeményezésére jött létre új Méréstechnikai és Műszerügyi Intézetünkben a mérés technikai szolgálat, amely jelenleg már kb. 4 millió forint értékű műszerparkkal rendelkezik; ez az év végére előreláthatóan kb. kétszeresére fog emelkedni. Már az eddigi tapasztalatok is azt mutatják, hogy a műszerek kölcsönzésének rendszere rendkívül nagy szolgálatot tesz kutatóintézeteinknek, sőt az iparnak is; egy-egy műszer átlagos kölcsönzési ideje 2—3 hónap. Ez idő alatt ezzel a szükséges méréseket elvégzik, s így évente ugyanaz a műszer 3—4 helyet is kiszolgál. Természetesen a jövőben az intézetnek gondot kell fordítania a műszerek minden egyes használat után történő hitelesítésére és karbantartására.

Ez év folyamán a főbizottság a szervezeti kérdésekről már áttérhetett arra, hogy elsősorban tudományos feladatokkal foglalkozzék. Ebből a célból szakbizottságokat szervezett, még pedig az elektronikus, mechanikai és technológiai, a hőtechnikai és az optikai mérési szakbizottságokat. A Főbizottság központi feladatként a kohászat műszerteknikai megsegítését tűzte ki célul, valamint az automatikához szükséges egyes elemek kidolgozását. A Főbizottság ez évben a roncsolásmentes anyagvizsgálat módszereivel és az optikai, elsősorban a geodéziai műszerek korszerűsítésének kérdésével foglalkozik. Ez utóbbi különösen exportunk szempontjából fontos. Javaslati, amelyeket a Geodéziai Szakbizottsággal karöltve dolgozott ki, alapján véve megoldották és lehetővé tették a geodéziai műszerek exportra való gyártását, amire a baráti államokban óriási kereslet van.

A Főbizottság kezdeményezésére jött létre a tudományos és ipari kutatás műszerezettségi hiányainak enyhítésére az Akadémiai Kutatási Eszközök Kivitelező Vállalat. Az üzem vegyipari félüzemi berendezéseket készít, továbbá finommechanikával, elektrotechnikával, optikával és üvegtechnikával foglalkozik. Az üzem teljes kifejlesztésének hazai kutatásunk szempontjából igen nagy jelentősége van.

A könnyűipar területén tudományos munka hazánkban a könnyűipari kutató intézetek 1949. évi megalakításáig csak elszórtan folyt, komolyabb eredmények nélkül. Az ekkor megindult kutatás tette lehetővé tudományos kádereink fejlődését, majd ezt a munkát terelte határozott irányba az *Akadémia Könnyűipari Főbizottsága* 1951. októberi megalakulása után.

A Bizottság munkájával fokozatosan szorítja vissza munkaterületén az eddig uralkodó empiriát, sőt már hozzáfogott egyes elméleti vonatkozású kutatások beindításához is.

A könnyűipar területén a tudomány haladását két körülmény határozza meg: egyes iparágakban, mint pl. a textiliparban, az elkövetkezendő időszakra jelentősebb beruházások nincsenek előirányozva, a meglévő kapacitás a követelményeknek megfelel; így a tudományos munkával a technológiai folyamat és a gyártmányok minőségi javítását kell elősegíteni. Ezzel szemben pl. a papír- iparban a nyersanyaggyártás megteremtéséhez a hazai nyersanyagbázisnak

legmegfelelőbb gyártási módszereket kell kikutatni és a géppark-kapacitás jobb kihasználásával kell elősegíteni a termelés növelését.

A folyó kutatások részben komplex jellegűek. Átnyúlnak a mechanika, az alkalmazott matematika, a fizika, a növényélettan, a szerveskémia, kolloid-kémia, a műanyagkémia, az elektronika és még más tudományágak területére is.

Az *Építéstudományi Főbizottság* mellett 6 szakbizottság működik és ez a mult évben végrehajtott differenciálódás tette lehetővé e területen a tudományos munka konkrétebb kifejlését, ami előzőleg ezen a szakterületen az Akadémián belül úgyszólván teljesen hiányzott.

A *Statikai Szakbizottság* lemezek, tartórácsok, hengeres tartályok, körhenger héjak méretezési eljárásait, a valószínűségszámítás alkalmazásával szerkezetek és anyagok minőségét, és más, a gyakorlat számára fontos elméleti jellegű kérdéseket tanulmányozott. Az *Épületszerkezeti Bizottság* behatóan tárgyalta az előregyártott feszített födém panelekkel kapcsolatos kérdéseket és segítette az ÉTI-t ezek gyakorlati megoldásában. Az *Alapozási és Talajmechanikai Szakbizottság* egyik fontos kérdése volt a betonlépítmények védelme agresszív talajvizekkel szemben, ahol az eddigi szabvány megfelelő megváltoztatása igen jelentős cementmegtakarítást eredményezett.

Az *Építőanyagipari Szakbizottságnak*, amelyet újabban a Vegyészeti Osztállyal együtt komplex főbizottsággá szerveztünk át, legjelentősebb munkája a cementminőség kérdésében való állásfoglalás volt. A továbbiakban a cementgyártás tüzeléstechnikai és gépészeti kérdéseit, a betontermék-gyártás technológiáját, a kerámia és üvegtechnológia néhány fontosabb aktuális kérdését vette programjába.

Az építőipari tudományos bizottságokon kívül az Osztály keretében működik még ugyanekkor két építészeti jellegű bizottság: az *Építészettörténeti Bizottság* és a *Településtudományi Bizottság*, amely utóbbi főképpen a városépítészet kérdésével foglalkozik. Ezek a bizottságok a maguk témakörében elég széleskörű tevékenységet fejtenek ki, azonban a kormányhatározat alapján megalakult *Építészeti Tanács* létrejöttével, amely a minisztertanácsi határozat értelmében hivatva lesz az építőművészettel kapcsolatos feladatok irányítására és intézésére, — e bizottságoknak a jövőben nyilvánvalóan e Tanács keretében kell majd működniök.

Közlekedéstudományi Főbizottságunk az első úttörő és szervező munkát végzi annak érdekében, hogy hazai közlekedésünk gyakorlatában is érvényesüljenek azok a tudományos elvek és eredmények, amelyek a Szovjetunióban ma már hatalmas tudományterületet jelentenek. Nálunk a közlekedés, szállítás és forgalom kérdéseit, rendkívüli népgazdasági jelentőségük ellenére, nem tekintették elméletileg is felderítendő tudományos feladatoknak és bizottságaink feladata a tudományos szemlélet kialakítása a közlekedés egyes területein.

A bizottságok munkájának témái közül kiemelendő a közlekedési teljesítő-képesség megállapítására vonatkozó módszerek kidolgozása, amely már gyakor-

lati alkalmazásra is került; az üzemviteli tervezés kérdéseinek kidolgozása a forgalomszabályozás fejlesztése érdekében; a forgalom optimális megoszlásának kérdései különböző közlekedési ágak között; a járműforgalom-gyorsítás műszaki és szervezési feltételeinek vizsgálata. A Közúti Közlekedési Szakbizottság tervezetet dolgozott ki a közúti hálózat fejlesztésére, az általános városfejlesztési tervvel összhangban.

A Hajózási Szakbizottság egyebek között a dunai uszályhajók korszerűsítésével foglalkozott, továbbá a tiszai hajózás fenntartásával a vízlépcsők teljes kiépítéséig. Igen fontosak a szénmegtakarítás és egész energiagazdálkodásunk szempontjából azok a munkák, amelyeket a Közlekedéstudományi Főbizottság más műszaki bizottságainkkal — elsősorban a gépészeti és energetikai bizottsággal — együtt indított meg a vasút villamosítására és a Diesel-vontatásra való áttérésre vonatkozóan.

Ötéves tervünk egyik legnagyobb létesítményének, a földalatti gyorsvasút építésének tudományos támogatására hoztuk létre a *Földalatti Vasút Főbizottságot*, amely mellett 4 szakbizottság, a Villamos-, a Talajmechanikai és Geológiai, a Geodéziai és Geofizikai és az Építőanyag Szakbizottság működik. Ezek a bizottságok e számunkra teljesen újszerű óriási műszaki feladat megvalósításához rendkívül értékes, sokoldalú segítséget adtak különösen abban a tekintetben, hogy a moszkvai Metro-építés tapasztalatait a mi építkezésünk sokkal nehezebb talajviszonyai mellett hogyan alkalmazzuk. Egyedül a Talajmechanikai és Geológiai Szakbizottság 24 javaslatot tett az építkezésnek, amelyek a geológiai adottságokkal, a kőzetnyomás mérésével, a talajszilárdítás technológiájával, az agresszív talajvíz elleni védekezéssel kapcsolatos kérdésekre vonatkoztak. A Geodéziai Bizottság egyebek között fontos javaslatokat tett az aknafüggélyezés, a lyukasztási hibák és a ferde fúrások irányításának kérdésében. Az Építőanyag Szakbizottság két főtémáját képezte az öntöttvas-tübing anyagok vízszigetelésének és az előregyártott vastübingeknek kérdése, míg a Villamos Bizottság a vasút villamosenergiaellátásának és a vasútbiztosító berendezéseknek kérdéseit vitatta meg. E Bizottságok, mint azt az Osztályvezetőség legutóbbi beszámolójuk alkalmával megállapította, teljes mértékben megfeleltek annak a hivatásnak, hogy e rendkívül nehéz és bonyolult építkezéseknek komoly tudományos segítséget adjanak.

Haladó nemzeti hagyományaink ápolása a tudomány területén egyik általános feladata Akadémiánknak. Ezért Osztályunk keretében is létrehoztuk a *Műszaki Tudománytörténeti Bizottságot*, amelynek feladatául tűztük ki hazai műszaki tudományaink fejlődésének részletes történeti feldolgozását illetve annak megszervezését. Egy ilyen nagy összefoglaló műnek a marxizmus szellemében történő létrehozása igen nehéz, nyilvánvalóan több évre elhúzódó feladat. Egyelőre nagymértékben bibliográfiai adatgyűjtés és egyes szakterületek fejlődését, valamint kiváló feltalálóink munkásságát ismertető monográfiák előkészítése van folyamatban.

Ennyiben kívántam volna rövid áttekintést adni az Osztály bizottságai-
ban tárgyalt tudományos kérdések fontosabb témáiról. A mintegy 80 szak-
bizottságunk múlt évi munkaprogrammjában több mint 200 ilyen téma sze-
repel és magától értetődő, hogy az Osztályvezetőség szükségesnek tartotta
ezek között a témák között népgazdasági és tudományos szempontból bizo-
nyos sorrendiséget megállapítani, hogy figyelmét és az Osztály rendelkezésére
álló tudományos eszközöket elsősorban a legfontosabbakra fordíthassa. Ennek
megfelelően 9 olyan témát, helyesebben témakomplexumot jelöltünk ki,
amelyeket az Osztály elsőrendű fontosságú akadémiai témának tekint,
s amelyeket az Osztályvezetőség maga is közvetlenül ellenőriz. További 31 olyan
akadémiai témát jelöltünk ki, melyeket a főbizottságoknak kell szem előtt
tartaniok és számonkérni az illetékes szakbizottság illetve kutatóintézet mun-
káját e témákkal kapcsolatban. A többi téma ellenőrzése az egyes szakbizott-
ságok keretébe tartozik.

A Műszaki Osztály tudományos tematikájáról — bár ez már negyedik
beszámolómnk — csak most először számolhatok be ilyen részletességgel, mert
csak ezidén sikerült elérnünk azt, hogy Osztályunk munkájában a tudományos
kérdések domináljanak. Ezt elsősorban a szakosított bizottságok munkája meg-
szilárdulásának és jobb szervezésének kell tulajdonítanunk.

Ezután áttérek az Osztály tudományos munkájának egyéb fontos terü-
leteire. Osztályunk egyik legfontosabb funkciója a kutatás országos tervének
felülvizsgálata és bizonyos fokú irányítása, másrészt pedig a legfontosabb
kutatási feladatok végrehajtásának ellenőrzése. E feladat végrehajtásának már
egy elég jól kialakult gyakorlata van és különösen könnyebbé teszi ezt az a
körülmény, hogy meglehetősen alaposan még 1951-ben kidolgoztuk a kutatás
ötéves tervét. Habár ez a terv nem nyert kormányzati megerősítést, mégis
elég jó reális alapjául szolgál az évenkénti operatív tervezésnek. A tervek felü-
vizsgálata és koordinálása ez idén is hasznos eredményeket adott úgy a pár-
huzamos munkák kiküszöbölése, mint egyes elhanyagolt, de fontos kérdések
beiktatása szempontjából.

A tanszéki kutatásnál súlyt helyeztünk az elméleti jellegű kutatás meg-
erősítésére. Általában a tanszékeket tekintjük az akadémiai műszaki kutatás
tervszerűen kifejlesztendő tudományos bázisának; igyekszünk itt komolyan
felszerelt laboratóriumokat kifejlesztetni és külön kutatóstátuszt létesíteni
olyan káderekből, akiknek főfeladata és foglalkozása a kutatás és csak másod-
sorban vesznek részt bizonyos mértékben az oktatásban is. Ezeket akadémiai
kutatócsoportokként fogjuk kifejlesztetni és a FOM-al való elvi megállapodás
alapján ezek a káderek státuszbelileg is az Akadémiához kell hogy tartozzanak.
Egyes tanszékeknél, mint amilyen például Pattantyus professzor tanszéke, a
kutatómunka már annyira kifejlődött, hogy ezen az alapon következő ötéves
tervünkben már önálló akadémiai intézetek létesítését tervezhetjük. Ugyanígy
kívánjuk kifejlesztetni pl. Szádeczky-Kardoss Elemér, Vadász Elemér, Tárczy-

Hornoch Antal akadémikusok tanszékeit, önálló akadémiai geokémiai, földtani és geodézia-geofizikai kutatóintézetekké, Heller doktor tanszékét energetikai intézetté, stb.

Rendszeresebben és az előbbi évekenél tervszerűbben folyt a kutatómunka időszakonkénti ellenőrzése, amely kiterjedt csaknem valamennyi ipari kutatóintézetre is.

A hazánkban folyó műszaki kutatómunka jelentős megerősödése és kiszélesedése mellett azonban nagymértékben a mai napig is fennállanak azok a súlyos hiányosságok, amelyeket előbbi nagygyűlési beszámolóinkban is már le kellett szögeznünk. Ide tartozik mindenekelőtt a tervezés hiányossága, amely abban áll, hogy a tematikai tervezés teljesen elkülönülten történik a pénzügyi és a kádertervtől, helyesebben a pénzügyi és beruházási keretek nincsenek megadva a tematikai tervek kidolgozásakor. De ha meg is vannak adva, gyakran és igen lényegesen változnak a későbbiek folyamán. Ez nagymértékben aláássa a tudományos tervezés realitását. Ezidén kidolgoztunk egy újabb terv-metodikai javaslatot, amellyel elvileg a Tervhivatal is egyetért és amelytől remélhető, hogy a jövő évi terveknél ezt a hiányosságot már ki fogja küszöbölni. Meg kell azonban jegyezni, hogy a tematikai terveknek a pénzügyi és beruházási tervekkel való összefüggése, illetve egy ilyen egyeztetés szükségessége a jövőben egyre inkább el fogja veszteni élességét, mikor úgy kutató intézeteinknél, mint a tanszékeknél már többé-kevésbé létrejött a műszereknek és egyéb berendezéseknek az az alapösszetétele, ami általában szükséges bármilyen téma kidolgozásához az adott szakterületen. Ez a körülmény rendkívül leegyszerűsíti majd a tervezés követelményeit, mert ahol az ilyen kutatási alap úgy berendezésben, mint káderekben már kialakult, ott a pénzügyi és beruházási keret évről-évre ugyanaz maradhat, csupán az előirányzott fejlesztési százalékot kell hozzáadni és csak azok a beruházások tervezendők meg külön, amelyek egészen speciális, az alaptervezésben fel nem található műszereket vagy költséges, nagydimenziójú félüzemi berendezéseket igényelnek. E tekintetben még tovább egyszerűsíteni és könnyíteni fogja a helyzetet a műszerkölcsonzó és mérés-technikai szolgálat, úgyszintén a KUTESZ kifejlesztése, amely nagymértékben meg fogja könnyíteni a különleges vagy félüzemi készülékek előállítását.

Nézetem szerint a tervezésnek ezen hiányosságai már most sem szolgálhatnak mentségül a tematikai tervfegyelem olyan negligálásához, aminőt elég gyakran tapasztalunk a tanszékeknél. Így például a Gőzgépek és Hűtőgépek Tanszékén a már több éven keresztül felvett azonos témákban semmi előrehaladás nem mutatkozik; többek között visszamaradt olyan fontos kísérlet is, mint a Jendrassyk-féle gázturbina-kompresszor üzemi viszonyainak kimérése stb.

A kutatási tervteljesítés ilyen elmaradásának egyik oka az, hogy a tanszékek igen sok rutin-munkaszerű megbízást fogadnak el az ipartól, olyan meg-

bízásokat, amelyeknek egyáltalán nincs tudományos jelentősége és egészen kezdetlegesen felszerelt üzemi laboratóriumokban is elvégezhetőek lennének. Nagyon helyes, ha a tanszékek közvetlen megbízások teljesítése formájában is segítik iparunkat, de ennek nem szabadna a tudományos munka rovására mennie, vagy ha valóban tudományos jellegű az ipari megbízás, úgy azt be kell illeszteni a tanszék tudományos kutatási tervébe.

Az ipari megbízások vállalásának ellenőrizetlensége odavezetett, hogy egyes tanszékek szinte üzletszerűen foglalkoznak azokkal, sőt még az is előfordul, hogy durván visszaélnék népi demokráciánknak a tudományos kutatást elősegítő nagystíliú támogatásával. Így a Könnyűipari Kerettanszéknel megállapítottuk, hogy az Akadémia által finanszírozott témát valójában egy ipari kutatóintézet kutatószemélyzete végezte, hivatalos munkaidő alatt a Könnyűipari Minisztérium költségén, és ugyanekkor a megbízott tanszékvezető ezeket saját intézete témáiként az Akadémia által nyújtott célhitel terhére is elszámolta. Ugyanez a tanszékvezető lelkiismeretlenül osztott ki szakértői díjakat (ugyancsak az akadémiai célhitelből), viszont ő maga ellenértékként meg nem szolgált szakértői díjakhoz jutott attól az intézettől, amelynek vezetőjét és munkatársait pénzelte. Úgy a tanszékvezetőt, mint az ipari kutatóintézet vezetőjét fegyelmi úton eltávolították állásából.

Vannak tanszékek — még hozzá igen jól felszerelt és megfelelő káderekkel rendelkező tanszékek, — amelyek úgyszólván semmiféle tudományos kutatómunkát az Akadémia tervében nem vállalnak, ellenben óriási forgalmat bonyolítanak le különböző egyszerű anyagvizsgálatokkal. Meg kell állapítanom, hogy ez kétségkívül Osztályvezetőségünk és bizottságaink hibája, mert ezekre az egészségtelen jelenségekre fel kellett volna figyelniük és a FOM-mal egyetértésben módunkban lett volna ezeket a tanszékeket is megfelelően bevonni az országos kutatásba. Természetesen az ipari megbízások vállalásának korlátozásával igen óvatosan kell eljárni, mert legtöbb esetben egyes vállalataink még egyszerű anyagvizsgálatokat sem tudnak elvégezni és nem is tudják, hogy hová forduljanak ezekkel. Feltétlenül szükséges lenne, függetlenül az üzemi laboratóriumok kifejlesztésétől — amire a következőkben még rá fogunk térni —, egy központi állami anyagvizsgáló laboratórium létesítése, amely mindazokat az anyagvizsgálatokat, amelyek eddig az egyes tanszékeknél voltak igen irracionálisan szétforgácsolva és ott úgy a kutató-, mint az oktatómunkát egyformán akadályozták, gyorsan és megbízhatóan el tudná végezni az ipar számára.

A kutatás országos kérdéseivel kapcsolatban rá kell mutatnom kutatási rendszerünk kétségkívül legnagyobb hiányosságára, a kutatási eredmények realizálásának nehézségeire és gyakori visszamaradására. Vannak *tervezési* hibák, mikoris olyan kutatási témákat írnak elő, amelyek realizálására az ipar nincs felkészülve, sőt nincs is tervbevéve azok felhasználása az ipari fejlesztés vonalán. Innen van az, hogy például a Műszeripari Kutató Intézet mintegy

30 olyan műszerprototípust dolgozott ki, amelyet nem tudunk gyártani. Itt látszólag a kutatás előreszaladt az ipar szükségleteit tekintve, holott valójában nagyon is célszerű lenne ezeknek az exportra igen alkalmas műszereknek mielőbbi gyártására berendezkedni. Vagy például a Vasipari Kutató Intézet kidolgozott egy salakgranuláló eljárást ugyanakkor, amikor Csehszlovákiával már szerződésünk volt egy teljes berendezés előállítására és ez a berendezés már régen üzemben volt, amikor még kísérleteztünk egy más eljárással a kutatás folyamán. Ez természetesen nem az Intézet, hanem az illetékes minisztérium hibája volt, de meg kell jegyeznünk, hogy elég gyakran előforduló jelenség az, hogy az ipari tervezésben beállt változásoknak a kutatási feladatokra való szükség-szerű kihatását nem veszik figyelembe, legalábbis nem abban az irányban, hogy a feleslegessé vált kutatási feladatot leállítanak.

Kétségtől sokkal döntőbb jelentőségű nehézség rejlik a következő két körülményben :

1. A félüzemi kísérletekhez szükséges berendezések beruházási költsége úgyszólván soha sincs biztosítva már előre arra az időpontra, amelyre a laboratóriumi kidolgozás befejeződik. Gyakran emiatt a laboratóriumi és a félüzemi kísérletezés között 1—2 év is eltelik.

2. Nincsenek, illetve viszonylag igen kevés az olyan üzemi laboratóriumok száma, amelyek egyrészt már a téma kidolgozásában együtt tudnának működni az intézettel, a kutatás rendelkezésére bocsájtván az üzemi tapasztalatokat, másrészt alkalmasak lennének arra, hogy az intézetben elvileg vagy esetleg félüzemileg már kidolgozott eljárást az üzem helyi viszonyaihoz tudják alkalmazni. Nézetem szerint tudományfejlesztésünk soronkövetkező legfontosabb láncszemének az üzemi laboratóriumok kifejlesztésének és kutatóintézeteink félüzemi kísérletekre való alkalmassá tételének kell lennie.

Az üzemi laboratóriumok kiépítése elengedhetetlen követelménye üzemünk műszaki kulturája emelésének, és emellett legjobb eszköze a kutató káderek utánpótlásának a termelés tehetséges dolgozóiból. Az üzemi laboratóriumok kiépítésével szüntethetjük meg azt a helytelen állapotot is, hogy az ipari kutatóintézetek agyon vannak halmozva aprólékos rutinmunkával és ezért a fejlesztés nagy távlati kérdéseivel vagy éppen az elméleti alapok kiszélesítésével alig tudnak foglalkozni.

Rendezvények

Az Osztály rendezvényei, kongresszusai, ankétjai, tudományos előadásai és vitaülései igen fontos közvetlen kiegészítői és tartozékai az Osztályon belül folyó tudományos munkáknak. E rendezvények tematikája alapvetően össze kell, hogy essék az Osztály tudományos tematikájával. Elsősorban arra szolgálnak, hogy a bizottságokban és a kutatóintézetekben folyó tudományos munkát

a vita, a tapasztalatcsere segítségével előbbrevigyék; bevonják feladataik megoldásába a műszaki és tudományos értelmiség széles rétegeit és ugyanakkor felhívják a közvélemény figyelmét a tudomány országos jelentőségű kérdéseire. A múlt év folyamán 8 kongresszust rendeztünk, amelyek bizonyos fokig nemzetközi jellegűek voltak, mert ezeken nemcsak vendégként, de a vita aktív résztvevőiként is résztvett a baráti államok számos tudományos kiküldötte. A Geodéziai és Geofizikai Kongresszus az országos gravitációs és mágneses hálózat kifejlesztésével, a Szénbányászati Kongresszus a legújabb fejtési módszerekkel, a robbantástechnika, a kőzetmozgás, a sujtólégbiztos bányászati berendezések kérdésével, az Alföldi Kongresszus az Alföld talajvíz- és rétegtani kérdéseivel foglalkozott. A Szerszámgépészeti Kongresszus a szerszámgépgyártás fejlesztési kérdéseivel, a szerszámgépek, villamos berendezéseivel foglalkozott, a forgácsolás elméleti kérdéseit tárgyalta. Az Építési Kongresszus fő kérdései a cement minősége, az előregyártás és előrefeszítés, az építés komplex gépesítése, a plasztikus alapon való méretezés voltak. A Méréstechnikai Kongresszus a méréstechnikának az ipar szempontjából legfontosabb kérdéseivel foglalkozott, a Hulladékenergia Kongresszus a hulladékenergiák hasznosítási lehetőségeit és az erre szolgáló berendezéseket vitatta meg, míg a Hidrológiai és Meteorológiai Kongresszus a hazai földalatti vizekre vonatkozó kutatásokkal, a szinoptikus meteorológia és agrometeorológia kérdéseivel foglalkozott. Ezek a kongresszusok, amelyeken összesen 95 magyar és 20 külföldi előadás hangzott el, igen jelentős eseményei voltak tudományos életünknek és mint ez egyszerű tematikai felsorolás is mutatja, népgazdaságunk rendkívül fontos kérdéseit tárgyalták.

Az Osztályközleményeknek e kongresszusok anyagát tartalmazó külön kötetei rendkívül értékes anyagot tartalmaznak úgy gazdasági vezető szerveink, mint tudományos intézményeink és szakkádereink számára.

Nagy jelentőségű témákat tárgyalt a múlt évben lefolytatott 7 ankét is, amelyek lényegükben kisebb méretű és csupán nemzeti keretekben megtartott kongresszusoknak tekinthetők. Különösen említésreméltó a Miskolci és a Keszthelyi Hidrológiai Ankét, amely egyrészt Miskolc és a borsodi iparvidék rendkívül bonyolult vízellátási kérdéseivel, másrészt a Balaton fejlesztésével kapcsolatos egész népgazdasági komplexummal foglalkozott és úgy a helyi értelmiség, mint a hatóságok élénk érdeklődésével találkozott. A Gyöngyös-oroszi Ércbányászati Ankét helyszíni szemlével egybekötve tárgyalta meg színes fémbányászatunk aktuális főkérdéseit. Az 5 napos szárítási ankét a könnyűipari területek népgazdasági és műszaki szempontból egyaránt igen fontos szárítási kérdéseit tárgyalta. A Karsztvíz Ankét szénbányászatunk e legsúlyosabb problémájának beható megvitatásával kiindulási alapot adott Karsztvíz Bizottságunknak a karsztvízkutatás bonyolult és nehéz problémáinak további vizsgálásához.

A múlt év folyamán 31, ez év május 15-ig további 15 felolvasó ülésünk volt. Ezek a felolvasások az önálló tudományos munka legértékesebb ered-

ményeinek a szerzők által való ismertetését adták. A mult év folyamán nagy súlyt helyeztünk az előadások színvonalának biztosítására. Következétesen megvalósítottuk az előadások előzetes lektorálását, valamint azt is, hogy amennyiben az előadó nem tagja az Akadémiának, úgy előadását mindig egy akadémikus vezesse be és ő is foglalja össze a hozzáfűződő vita eredményét. Rendezvényeink nagymértékben elősegítették a baráti országokkal való tapasztalatcserét. Osztályunkat meglátogatták és kongresszusainkon, vagy egyes bizottságaink munkájában résztvettek 12 cseh, 11 lengyel, 1 bolgár, 12 német, 5 román tudományos kiküldött és a legutóbbi szovjet-magyar barátsági hónap folyamán Djikusin és Bardin szovjet akadémikus, akiknek előadásai és konzultációi igen nagyjelentőségűek voltak úgy iparunk, mint tudományos kutatómunkánk számára. Ezenkívül a legkülönbözőbb szakterületeken itt tartózkodó szovjet szakértők nagyrésze vesz részt rendszeresen, vagy egyes alkalmakkor bizottságaink munkájában és egy-egy műszaki rendezvényen is. Ezzel szemben igen kevésnek kell tartanunk mindezeideig hazai tudósaink külföldi kiküldetéseit a baráti államokba. Ilyen kiküldetés a mult év folyamán mindössze 19 volt, nagyjából csak néhánynapos részvétellel egyes kongresszusokon, vagy kiállításokon.

Végül rendezvényeink sorában kell felemlítenünk egy, az akadémiai munka gyakorlatában elsőnek és úttörőnek tekinthető kezdeményezést az ipar és a tudomány újszerű kapcsolatait illetően; ez az országos Műszerkiállítás megrendezése volt. A kiállítás célja volt, hogy szemléltető képet adjon műszeriparunknak a felszabadulás óta végbement hatalmas fellendüléséről, elsősorban a tudományos kutatás dolgozóinak, akik legtöbbször fogalma sem volt arról, hogy műszeriparunk ilyen gazdag változatát tudja már előállítani olyan bonyolult precíziós műszereknek, aminőket eddig csak külföldi cégek katalógusaiból ismertek. Ugyanekkor a dolgozók széles tömegeivel kívántuk megismertetni és népszerűsíteni a műszerek rendkívüli jelentőségét a termelés minden tekintetben való minőségi emelése szempontjából.

A kiállítás, amelynek minden várakozást felülmúló sikere volt, mind a két célját elérte. Kutatóintézeteink ezekután nagymértékben orientálódnak a hazai műszerekkel való kutatására, s az értelmiségi és fizikai dolgozók óriási tömegei — több, mint 200 000 látogató szerzett — legtöbbször — fogalmat magának a mai korszerű műszerekről és azok működéséről. Ez a kiállítás szemléltető módon jelképezte hazánkban a tudomány, a termelés és a dolgozó nép szocialista egységét.

A tapasztalat alapján a jövőben is nagy súlyt kell helyeznünk műszaki és tudományos eredményeink széleskörű szemléltető ismertetésére, aminek egyik kiváló módja a kiállítás. Ezért az idén felhívtuk kutatóintézeteinket és tanszékeinket az Újítókiállításra való részvételre, ahol ezek több mint 700 objektummal szerepeltek, főleg a gyakorlatban is már alkalmazható legújabb tudományos eredményeikkel.

Kiadványok

Osztályunk tevékenységének egyik fontos területe és emellett bizonyos fokig összefoglaló tükrözője haladásunk ütemének és színvonalának, tudományos folyóirataink és könyveink kiadása. Az Acta Technica-nak, amely többszáz példányban megy rendszeresen úgy a baráti államok, mint a nyugati országok tudományos intézeteihez, valamint személyesen is nagyszámú tudóshoz, akikkel hazai tudósaink valamiféle kapcsolatban vannak — vagy kívánnak lenni — ma már széles nemzetközi visszhangja van. Közleményeit rendszeresen referálják úgy a baráti államok, mint a nyugat vezető tudományos lapjai, s a világ különböző részeiről jönnek be reflexiók egyes cikkeivel kapcsolatban, sőt egyes esetekben teljesen reprodukálják is az itt megjelent cikkeket.

Az Acták fejlődésére, valamint a nemzetközi színvonalat is megütő hazai tudományos tevékenységünk fellendülésére jellemző a publikációk számának évről-évre való gyors növekedése. 1951-ben 3 füzetben 31 cikket közölhattünk 37 ívnyi terjedelemben, 1952-ben 8 füzet jelent meg 76 cikkel 105 ív terjedelemben, idén az első füzetek megjelenése kissé késik, de már így is a megjelent első füzetben 12 cikk volt 15 ív terjedelemben. A múlt évben megindult az Acta Geologica kiadása is, amelynek eddig két füzete jelent meg 36 cikkel. Az Acta Technica fokozódó nemzetközi publicitása jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy felszámolja egyes tudósainknak azt a törekvését, hogy dolgozataikat elsősorban nyugati szaklapokban publikálják.

Tudományos *könyvkiadásunk* ha nem is oly mértékben, mint ahogy az kívánatos és lehetséges lenne, mégis igen komoly fejlődést mutat. Eddig 1951-től számítva összesen 18 eredeti művet adtunk ki 280 ív terjedelemben és 6 szovjet tudományos művet 168 ív terjedelemben. Ezidén még további 24 eredeti mű megjelenése várható, mintegy 500 ív terjedelemben és 15 fordítás összesen 350 íven.

Könyvkiadványaink közül elég nagyszámú munka van olyan, mint Geleji, Vadász, Szádeczky, Verő akadémikusok, Pattantyús Á.G. egyetemi tanár könyvei és mások, amelyeket a nemzetközi tudományos irodalom szempontjából is jelentősnek kell tekinteni, s amelyek iránt a külföld részéről is nagy érdeklődés mutatkozik.

Könyvkiadási programunkat a múlt év folyamán sikerült nagymértékben tervszerűvé tenni népgazdasági fejlődésünk követelményeinek megfelelő tematikával. Egyebek között megszerveztük több nagy enciklopédikus jellegű mű és monográfia kiadását, amelyek több kötetben fognak a legközelebbi évek folyamán megjelenni. Ide tartozik pl. Magyarország hidrológiája 4 kötetben; egy ugyancsak többkötetes vaskohászati enciklopédia, és más hasonló kiadványok. Meg kell azonban jegyezni azt is, hogy könyvkiadási tervünk végrehajtásában nagy hátralékban vagyunk. Mintegy 100 könyvünk van munkában, amelyek egyes előállítási fázisai nem felelnek meg a tervben előírt határidőknek,

s így veszélyeztetik a terv teljesítését. Ugyanakkor azonban egyes akadémikusaink és vezető tudományos kádereink tollából más kiadóknál is megjelennek nagy tudományos értékű munkák, főleg egyetemi tankönyvek, ami eléggé ki-fejezésre jutott az idei Kossuth-díjak elosztásában is.

Káderfejlesztés

Új tudományos kutatókádereink kifejlesztése, elsősorban az *aspirantúra*, ezidén is egyik központi kérdése volt az Osztálynak. Jelentős eredménynek kell tekintenünk, hogy az idén valamennyi szakterületre vonatkoztatva kidolgoztuk a kandidátusi vizsgaminimumokat és igyekeztünk fokozottabban ellenőrizni és figyelemmel kísérni úgy az aspiránsvezetők munkáját, mint az aspiránsok haladását. Aspiránsaink száma jelenleg 177. Közülük 89 rendes és 88 levelező aspiráns. Az évfolyamok szerinti megoszlás: első évfolyamos 33 rendes, 37 levelező, második évfolyamos 44 rendes, 51 levelező, harmadik évfolyamos 12 rendes aspiráns. Az aspiránsképzés terén, amely számunkra új, még kellő közvetlen tapasztalattal alá nem támasztott formája a legfelső tudományos képzésnek, még nagy nehézségeink vannak, amelyeket olyan módon is igyekeztünk leküzdeni, hogy Osztályunkon belül Geleji Sándor lev. tagtársunk vezetésével, aki fáradságot nem kímélve törekszik aspirantúránk színvonalának emelésére, állandó akadémikus-bizottságot létesítettünk, amely az aspirantúrának nemcsak elvi kérdéseivel foglalkozik, de igyekszik közvetlen segítséget adni úgy az aspiránsvezetőknek, mint külön az aspiránsoknak is.

Különösen nagy nehézségek vannak a levelező aspirantúrával, amelyeket talán bizonyos fokig kompenzálhat az a körülmény, hogy itt a kiképzés idejét három évről felemeltük 4, esetleg 5 évre. Az aspirantúra kérdéseivel különösen annak tanulmányi feladataival behatóan foglalkoztak szakbizottságaink is. Meg kell azonban állapítani, hogy az aspirantúra ma már igen jelentős és egyre növekvő létszámával kezdi érezhetően túlnőni azokat a kereteket, amelyeken belül az Akadémia a maga fennálló szervezete mellett vele foglalkozni tud. Ezért feltétlenül időszerű, hogy az aspiránsképzés alapvetően az egyetemek hatáskörébe kerüljön, amelyeknek főfeladata és hivatása a káderek nevelése.

A másik fontos eszköze a műszaki tudományos káderek fejlesztésének az *akadémiai ösztöndíjak* rendszere. 1952-ben 363, túlnyomórészt az iparban foglalkoztatott műszaki dolgozó részesült akadémiai, havonta mintegy 85.000 forintot kitevő ösztöndíjban; közülük 148-an kaptak még figyelemreméltó eredményes munkáért 180.000 forint összegben külön jutalmat. Az idén az ösztöndíjak rendszerét bizonyos fokig megváltoztattuk, amennyiben havi ösztöndíjat csakis az iparban dolgozó műszaki erőknek adunk, olyanoknak, akik már eddigi munkájukkal is bebizonyították tudományos fejlődőképességüket; — ezzel szemben az ösztöndíjak zömét, összesen mintegy 700.000 forint

összegben, ösztöndíjprémiumok formájában fogjuk kiadni, amire széleskörű tematikai pályázatot hirdettünk s a jutalmakat részleteiben is folyósítani fogjuk aszerint, amint a pályázók már komolyabb részeredményekről beszámolnak. Ennek keretében néhány nagyobb jelentőségű országos pályázatot is hirdettünk a televízió egyes problémáinak kidolgozására, a karsztvíz elleni védekezésre irányuló javaslatokra és néhány fontos anyagmegtakarítási, helyettesítési vagy minőségjavítási feladattal kapcsolatban. A komoly eredményeket elért ösztöndíjasokat rendszerint beszámoltatjuk az Akadémiai bizottságokon és meglelégedéssel állapíthatjuk meg, hogy több olyan ösztöndíjas dolgozat is akadt, amelyek elérték az Acta Technica-ban és az Osztályközleményekben való közölhetőség színvonalát.

Végül, de nem utolsó sorban rá kell mutatnom arra, hogy Osztályunk rendkívül nagy és felelős munkát folytatott le káderfejlesztésünk terén a rövid úton történő tudományos minősítések végrehajtásával. Ennek itt csak statisztikai összeredményére kívánok rámutatni. Eszerint az összes pályázók közül 42-en nyerték el a műszaki tudományok doktora címét, ami kb. 1/3-a az Akadémia mind a nyolc osztálya által megítélt doktori címeknek. 207-en nyerték el a kandidátusi címet, köztük 20-an doktori disszertáció beadására való felszólítással. 155-en kaptak felszólítást kandidátusi disszertáció megvédésére, amelynek alapján az egyébként megkívánt vizsgák mellőzésével nyerhetik el a kandidátusi címet. 210 pályázót utasított el eddigi tudományos munkásságának elégtelensége folytán a Minősítő Bizottság azzal, hogy az általános feltételek mellett bármikor jelentkezhetnek a kandidátusi cím elnyerésére és 180 pályázót el kellett utasítani azért, mert a rendelet szerint nem voltak jogosultak a rövid úton történő minősítésre. Ennyi pályázó tudományos tevékenységének értékelése óriási megterhelést jelentett a Tudományos Minősítő Bizottság Műszaki Albizottsága számára, amely igen lelkiismeretesen igyekezett eleget tenni feladatának, többször is felülvizsgálva a végleges döntés előtt saját határozatait, hogy a tudományos fokozatokhoz fűződő magas követelmények szigorú betartása mellett a legnagyobb körültekintéssel vegye figyelembe minden egyes pályázó jogos igényeit.

MTESZ-kapcsolatok. Végül még rá kell mutatnom arra, hogy Osztályunk feladataihoz tartozik a Műszaki és Természettudományi Egyesületek munkájának bizonyosfokú irányítása és különösen az egyesületekkel való tudományos együttműködés szervezése. Meg kell állapítanunk, hogy Osztályunk tevékenysége ezen a téren nem tekinthető kielégítőnek. Bár a fontosabb egyesületek időszakonként beszámoltak az Osztályvezetőség előtt munkájukról és az itt elhangzott kritika volt bizonyos kihatással az egyesületi munka fejlődésére, de azt, hogy az egyesületek munkája szervezeten alátámassza, kiegészítse akadémiai bizottságaink munkáját és tényleges összekötő kapocsként szolgáljon a tudomány és a termelés között, még nem sikerült elérni. Annál inkább hibáztatnunk kell az együttműködésnek ezt a lazaságát és szervezetlenségét, mert

Osztályunk és az Osztályunkhoz tartozó bizottságok számos tagja egyben a megfelelő MTESZ-egyesület vezetőségéhez is tartozik, s így valamivel több kezdeményezéssel ezt a szélesebbkörű együttműködést nem lenne nehéz megteremteni.

Még röviden rá kívánok mutatni az Osztályvezetőség és az Osztály titkári apparátusának múlt évi munkájára. Az Osztályvezetőség munkája ebben az évben nagymértékben tervszerűvé és rendszeressé vált. Kéthetenként, de a szükséghez mérten néha gyakrabban is tartott ülésein főleg a főbizottságok beszámolóit, egyes különösen fontos akadémiai témák megvitatása, valamint az egész műszaki területet általánosan érintő tudományszervezési és tudomáspolitikai kérdések szerepeltek, mint például az aspirantúra, ösztöndíjak, kiadványok rendezvények, műszaki és tudományos káderek képzése és ehhez hasonlók. Az osztályvezetés munkája nem csupán a vezetőségi ülésekben merült ki, de az Osztály egyes tagjai mint rezort-felelősök, ettől függetlenül is rendszeresen intézik a rájuk bízott munkát.

A titkári apparátus ilyen módon a tudományos irányító munkának csupán végrehajtója. Bizonyos fokig szervezője és előkészítője is, de semmiképpen sem helyettesítője, ami 1—2 évvel ezelőtt még elég nagymértékben fennállt. Megelégedéssel kell megállapítanunk, hogy Osztályunk tagjai, mégpedig nemcsak az Osztályvezetőség, ma már komoly felelősséget éreznek az Osztály munkájáért, s abban egyre intenzívebben ki is veszik részüket. Ugyanakkor azonban az Osztály tudományos és szervező munkájának hatalmas fellendülése rendkívül felelős és kvalifikált munkát követel meg adminisztratív titkári apparátusunktól. Megállapíthatjuk, hogy titkárságunk dolgozói általában lelkesen és munkájuk jelentőségének tudatában igyekeznek eleget tenni feladatainknak és ha e tekintetben mégis nagy hiányosságok vannak, ennek oka az, hogy a munka rohamos fejlődéséhez viszonyítva az apparátus ma már túl kicsiny és feltétlenül megerősítésre van szükség úgy számbelileg, mint minőségileg.

Ezzel be is fejezem Osztályunk leglényegesebb munkaterületeinek ismertetését. Szeretnék ezek után összefoglaló értékelést megkísérelni haladásunkról, arról, hogy mennyiben jutottunk közelebb példaképünkhöz, az élenjáró szovjet tudományhoz, amelyet a marxista-leninista világnézet és módszer szilárd talaján az elmélet és gyakorlat egysége, a bátor kritika és önkritika szelleme, a tudományos kezdeményezés merészsége és nagyvonalúsága, a nép, a haza és az egész emberiség jobb jövőjének harcosszolgálata jellemez.

A következőket gondolom megállapíthatónak ezirányban való fejlődésünket, hiányosságainkat és a jövőre vonatkozó feladatainkat illetően:

Ami Osztályunk és az irányítása alá tartozó műszaki tudományterületeken folyó munka színvonalát, a népgazdasággal és a termeléssel való kapcsolatát illeti, úgy gondolom, hogy az e tekintetben fennálló jelentős előrehaladást az előbbiekben elmondottak eléggé bizonyítják; ezért itt még csak egynéhány

figyelemreméltó momentumra kívánok kiegészítésképpen rámutatni. Erősödött Osztályunk kezdeményező szerepe népgazdaságunk műszaki tudományos fejlesztésében. Osztályunk, egyes bizottságainak kezdeményezése alapján, az elmúlt év folyamán mintegy 60 javaslattal fordult vezetőszerveink felé, amelyek jórészt népgazdasági fejlődésünk legnagyobb jelentőségű kérdéseit érintették. Míg 1—2 évvel ezelőtt még általában az volt a helyzet, hogy a minisztériumok és más vezetőszerveink nem sok figyelmet fordítottak javaslatainkra s azokra legtöbbször nem is válaszoltak, mert azok többnyire valóban túl általánosak, vagy nem is éppen a legaktuálisabbak voltak, jelenleg elmondhatjuk, hogy javaslataink úgyszólván kivétel nélkül igen komoly figyelemben és érdemi elintézésben részesülnek.

Az Osztály tekintélyének, súlyának emelkedésére vall az is, hogy a minisztériumok az általuk valamilyen célból létrehozott fontosabb tudományos bizottságokat rendszerint Osztályunkkal egyetértésben létesítik és az azok által kidolgozott javaslatokról kikérik akadémiai bizottságaink bírálatát. Így a gyakorlatban helyes együttműködés és munkamegosztás van kialakulóban az Osztály és a minisztériumok között. Természetesen itt is van még sok kívánni és javítani való. Szükséges lenne a minisztériumok tudományos apparátusának lényeges megerősítése, hogy elsősorban csak a leglényegesebb kérdések és azok is már megfelelően kidolgozott formában kerüljenek az Akadémiához.

Fennáll azonban az a hiányosság, hogy Osztályunk vezetőségének nincsen elég közvetlen és kimerítő tájékozottsága a népgazdasági problémák mindenkori állásáról, a termelés területén fellépő olyan jelenségekről vagy eseményekről, amelyek megkövetelnék a tudomány haladéktalan mozgósítását. Ezért olykor jogos szemrehányások érnek, amiért egyik-másik fontos kérdés megoldását nem igyekeztünk idejekorán elősegíteni (pl. a mezőgazdasági traktor, bányagépgyártás, stb. kérdéseit), bár ez megtörténhetett volna, ha az illetékes szervek idejében fordultak volna Osztályunkhoz. Előfordul ennek fordítottja is, hogy a minisztériumok, vagy más vezetőszervek fontos tudományos jellegű intézkedéseket dolgoznak ki, ami nem jut tudomásunkra és ilyen esetekben egyes bizottságaink végeznek felesleges munkát és jönnek elő már túlhaladott javaslatokkal. Ezek a hiányosságok azonban ma már a külső szervekhez való viszonyunkban nem a helyzet általános jellemzői, mint még akár egy évvel ezelőtt is lettek volna. Inkább már csak kivételes esetek, amelyek remélhetőleg egyre inkább elkerülhetők lesznek.

Lényegesen javult, habár még távolról sem kielégítő mértékben, az Osztályon belül és részben az Akadémia többi osztályával is a *különböző szakterületek komplex együttműködése*. Kezd érvényesülni akadémiai munkarendszerünknek az az óriási előnye, hogy itt az egyes szakterületeket semmiféle adminisztratív elhatárolások egymástól el nem választják, sőt éppen egyenes hivatásunk a tudományokat a maguk teljes összefüggő egységében művelni és fejleszteni. Ennek a felismerése nehezen tudott utat törni magának bizottságaink mun-

kájában és minden eddigi beszámolónkban ezt különösen kellett hiányolni. Jelenleg azonban általánossá kezd válni az, hogy szaktanárságaink már saját kezdeményezésükből felveszik a közvetlen kapcsolatot azokkal a bizottságokkal, amelyekkel valami közös probléma eredményes kidolgozása érdekében együtt kell működniük. A komplex együttműködésnek különböző formái alakultak ki. Egyik legegyszerűbb formája ennek az, hogy két, vagy esetleg több bizottság együttes ülést tart valamely kérdésben, mint pl. az építőipari és a kohászati bizottság a betonacélok kérdésében, a gépészeti és bányászati bizottságok a bányagépesítés kérdéseiben, stb. Vannak speciális bizottságaink, amelyek összetételüknél fogva komplex jellegűek és ahol a bizottság egyes tagjai tartják a kapcsolatot a maguk szaktanárságaival. Így pl. a karsztvíz bizottságban geológusok, geofizikusok, bányászok, hidrológusok és újabban még híradástechnikusok is résztvesznek. Vannak közös bizottságaink az Akadémia más osztályaival; így közösek a vegyészekkel a könnyűipari bizottságok, az építőanyagipari bizottság és néhány témabizottságunk. Nagy hiányosság volt eddig az Akadémia harmadik osztályával, a fizikusokkal és matematikusokkal való rendszeres együttműködés hiánya. E tekintetben azonban az utóbbi időben határozott fordulat történt. Osztályunk a fizikusokkal felderítette iparunk műszaki fejlesztésének egész sor olyan kérdését, amelyben a fizikai kutatás komoly segítséget adhat, s az e téren való együttműködést mindkét osztály beiktatta munkatervébe.

Jelenleg azon az úton vagyunk, hogy egyes, a népgazdaság szempontjából alapvetően fontos nagy komplex problémákat az Akadémia különböző osztályainak egész sor bizottsága egységes munkaterv alapján dolgozzon ki és vigyen előre. Ilyen nagy kérdés például a bauxit-alumínium komplexum, a szén, mint energetikai és vegyipari alapanyag, a vizeink energetikai felhasználásával kapcsolatos természetátalakító tervek és még egynéhány hasonlóan nagyjelentőségű probléma, amelyeket összakadémiai témáknak kell minősíteni és az egyes osztályokon folyó ezekkel kapcsolatos tervszerű munkát az Akadémia elnökségének kell összefogni és szemmel tartani.

Ki kell térnem *a termeléssel való közvetlen kapcsolatainkra*, ami a szocialista tudományos munka egyik leglényegesebb metodikai kérdése. Az egyes üzemekkel való patronázsszerű közvetlen kapcsolatokról, amivel még egy-két évvel ezelőtt különböző irányokban kísérleteztünk, egyelőre lemondottunk, főleg azért, mert erre sokkal alkalmasabbnak bizonyultak a kutatóintézetek és tanszékek. Nalcsán szovjet professzornak a múlt év elején megindított első sikeres kezdeményezése alapján, aki több gépgyárunkkal kötött szocialista együttműködési szerződést, az ilyen szocialista szerződések rendszere tanszékeink, kutatóintézeteink és egyes gyáraink között elég sikeresen kezd kialakulni és számos esetben komoly előnyöket jelent úgy az üzem, mint a kutatás és az oktatás számára. Sajnos nem áll statisztika rendelkezésünkre az ilyen szocialista szerződések számáról és eredményeiről, csak példaképpen említem meg, hogy

a Gépelemek Tanszéke a Gördülő Csapágygyárral és a Csepeli Autógyárral, a Vízgépek Tanszéke a Ganz Waggongyárral és MÁVAG-gal, a Mezőgazdasági Géptani Tanszék a Vörös Csillag Traktorgyárral, a Műszaki Mechanikai Tanszék a Mintagépgyárral, a miskolci Mechanikai Technológiai és Gépelemek Tanszéke a DIMÁVAG-gal van ilyen szocialista együttműködési viszonyban, és még elég jelentékenyszámú ilyen szerződésről van tudomásunk úgy a tanszékek, mint ipari kutatóintézetek részéről.

De ha Osztályunknak nincsenek is ilyenfajta szocialista szerződései, ez nem jelenti azt, hogy egyes termelőüzemekkel való közvetlen együttműködésünk ne lenne elég jelentékeny és egyre inkább kiszélesedő. Egész sor olyan bizottságunk van, pl. fémkohászati és híradástechnikai bizottságaink, amelyek a maguk tudományos munkájának jelentős részét az üzemekben folytatják le és ott végzett kísérleteik közvetlenül elősegítik a gyártási technológia tökéletesítését. Nem ritkán fordul elő, hogy vezető gazdasági szervek igen fontos üzemtechnikai kérdésekben kérnek segítséget, ami természetesen szintén helyszíni munkát követel (pl. a mátravidéki turbinák szerkezeti kérdései, REMIX-anyagok, villamoskészülékek tökéletesítése, stb.). Általában a tudományos tematikával kapcsolatban szükséges gyárlátogatások, helyszíni kiszállások és a helyi szakemberekkel való együttműködés úgyszólván valamennyi bizottságunk munkamódszerében általánosnak tekinthető.

Ami a *kritikai és vitaszellem* kialakulását illeti, ez határozottan erősödőben van, amit egyformán tapasztalhatunk úgy az osztályüléseken, mint bizottságaink munkájában, valamint az általunk rendezett kongresszusokon, ankétokon és felolvasó üléseken is. Ehhez nagymértékben hozzájárul a főbizottságok munkájának rendszeres bírálata az osztályvezetőségi üléseken. Itt nemcsak az egyes bizottságok munkájában fennálló szervezeti jellegű hiányosságok kerülnek felszínre, de egyes fontos tudományos kérdésekben való állásfoglalásuk is vita és bírálat tárgya és a vita érdekességét éppen az adja meg, hogy a kérdések kikerülnek a maguk szűk szakmai kereteiből, kiszélesednek más szakterületekkel, vagy népgazdasági ágakkal való összefüggéseikben és végeredményben az ilyen sokoldalú általános tudományos és népgazdasági szempontból kiinduló bírálat igen lényegesen javíthatja és javítja is a bizottság további szakterületi munkáját. Így pl. az osztályvezetőségi bírálat igen jelentősen javította a múlt év folyamán az építéstudományi, közlekedéstudományi főbizottság, a karsztvíz bizottság és több más bizottság munkáját. Éles, de végeredményben igen pozitív vita alakult ki az osztályvezetőségi üléseken egyebek között a földtan és geofizika határkérdéseit és összefüggését, a mezőgazdasági gépesítést, az energiagazdálkodás irányvonalait illetően, — bár az utóbbi kérdésben az Osztályvezetőség, egyes szorosan szakmai vitás kérdések tisztázatlansága folytán, még nem tudott állást foglalni. Eredményes viták folytak építési bizottságainkban a rugalmas méretezési mód és a plaszticitás-elmélet alkalmazása körül, a talajvizek elleni védekezés kérdésében, heterogén-

cementek, valamint egyes talajmechanikai kérdésekben. Beható viták folytak le a dunai vízierőmű, a kalorikus tárolómű, az országos együttműködő rendszer egyes kérdéseiben, vas- és fémkohászatunk fejlesztési irányjai kérdéseiben, a műszer- és mérés technikai feladatok körül, valamint számos más kérdésben is.

De ha a kritikai szellem kialakulásában van is haladás, mégsem mondhatjuk, hogy a helyzet teljesen kielégítő lenne és hogy nem állnának itt fenn a mult maradványaiként még olyan jelenségek csökevényei, amelyek annál ártalmasabbakká válhatnak, minél nagyobb jelentőségűvé válik Osztályunk munkája. A régi Magyarország tudományos életének szegénysége mellett érthető volt, hogy néhány különösen tehetséges tudósunk, akinek még ilyen viszonyok között is sikerült országos, sőt nemzetközi elismerést szereznie, igyekezett magának bizonyos kizárólagos helyzetet teremteni, mert hiszen másképpen egyáltalán nem is biztosíthatta volna a maga nehezen kivívott tudományos pozícióját. Szocialista építésünk határtalan tudományos lehetőségei és szükségletei feleslegessé és értelmetlenné tették az ilyen törekvéseket és valójában el is mosták ezeket, — de még nem teljesen. Hiba lenne ma ennek túlzott jelentőséget tulajdonítani, de mégis fel kellett említenem: ennek az itt-ott még érezhető felfogásbeli csökevénynek teljes kiküszöbölése még sokkal hasznosabbá tehetné Osztályunk munkáját és nagymértékben hozzájárulna tudományos kérdéseink széleskörű, további egészséges kollektív szellemben való neveléséhez.

Még egy hiányosságra akarok e tekintetben rámutatni, mégpedig arra, hogy bizottságaink nem minden esetben hajlandók tudományos meggyőződésüknek megfelelően élesen és határozottan állást foglalni egyes kérdésekben és azért van az, hogy egyes szívós és kitartó — bár feltehetően jószándékú — dilettánsok, sőt olykor feltehetően nem éppen a legjobb szándékú sarlatánok is, rengeteg felesleges munkát adhatnak tudományos és állami szerveinknek, és visszatarthatják komoly problémák előbbrevitelét, nem is szólva a felesleges kísérletezéssel és tervezéssel járó kidobott költségekről.

Ami tudományos munkánk *politikai és ideológiai színvonalát* illeti, úgy azon felül, amire az eddig elmondottakból e tekintetben már külön kommentár nélkül is következtetni lehet, főleg a szovjet tudományhoz való viszony megerősödésére kívánok rámutatni. A szovjet tudomány, a szovjet tudományos irodalom vezetőszerének és alkalmazása nagy gyakorlati jelentőségének elismerése úgy gondolom egész általánosnak tekinthető műszaki tudományaink területén. Erről a közvetlen tapasztalat győzte meg tudósainkat, úgy az irodalom, mint az ittjárt szovjet tudósokkal és szakemberekkel való személyes érintkezés révén. Sokkal kevésbé tekinthetjük azonban ilyen általánosnak a nyugati irodalommal szemben való kritikai állásfoglalást, üres reklámszerűségének, burkolt, vagy egészen nyílt politikai uszító célzatosságának, a monopóliumok feltétlen kiszolgálásának felismerését és leleplezését. Ugyanakkor azon-

ban határozottan vissza kell utasítanunk az olyan felfogásokat is, amelyek a nyugati tudomány számunkra valóban hasznosítható eredményeit is elvetendőnek tartják, csupán kapitalista eredetük miatt.

Egy másik figyelemreméltó momentumnak tartom, hogy a széleskörű marxista ideológiai továbbképzés, amelyben vezető tudományos kádereink túlnyomó része már hosszabb idő óta rendszeresen résztvesz, kezdi már többé-kevésbé észrevehetően éreztetni hatását a tudományos munkában. Nem azt tartom a leglényegesebbnek, hogy szaporodnak azok a tudományos publikációk, amelyek szerzői kifejezetten megkísérlik a marxista dialektikus módszer alkalmazását a tárgyalt kérdések elemzésében. Igen sokszor itt a jószándék még csak a marxista terminológia használatában és az idézetek nagyobb számában jut kifejezésre. Sokkal lényegesebb az, hogy a dialektikus módszer *szelme* kezd behatolni egyes bizottságaink munkájába anélkül, hogy erre kifejezetten törekednének, vagy azt akár észre is vennék. Ennek egyik legszembeötlőbb tünete az a felismerés, amit ma már elég gyakran tapasztalhatunk bizottságainkban a legnagyobb jelentőségű kérdések megvitatásánál, hogy a műszaki szempontból való vizsgálat egyidejűleg megköveteli úgy a gazdasági szempontok, mint a politikai szempontok figyelembevételét is. Természetes, hogy ez utóbbiak tekintetében a bizottság legtöbbször nem vállalhatja magára a döntést. Ezek észszerű figyelembevétele azonban kétségkívül helyes irányban befolyásolja a legmegfelelőbb műszaki megoldások keresését. Bizottságaink kezdik észrevenni a gazdaságosság, sőt bizonyos műszaki előnyök formailag azonos megjelenése mögött a sokszor igen lényeges tartalmi különbséget a szocializmus és kapitalizmus viszonyai között. Előtérbe kerül, ha nem is mindig közvetlen hivatkozással, az egyes döntések helyességének a szocialista népgazdaság sztálini alaptörvénye szempontjából való vizsgálata.

Kétségtelen, hogy Osztályunk fejlődésében igen sok pozitív momentumot állapíthatunk meg. Óva intenék azonban attól, hogy a *pozitívumok jelentőségét túlbecsüljük és azt már egy elért általános színvonalnak tekintsük* Osztályunk munkájában. Ezek sokkal inkább még csak tendenciák, amelyeket mindenképpen erősíteniünk kell, és helytelen lenne ezeket észre nem venni. Ha előadásomban talán erősebben húztam alá ezeket a pozitív jelenségeket, mint ahogyan az mai tényleges súlyuknak megfelelően, ezt annak érdekében tettem, hogy tudatosabbá váljanak előttünk műszaki tudományos életünk ezen új jelenségei; mert csak így tudjuk helyesen mérlegelni úgy a fennálló hiányszágokat, mint meghatározni a kitűzendő feladatokat. Már pedig küszöbönálló második öt éves tervünk, amelynek első keretszámait a Demokratikus Népfront választási felhívása már nyilvánosságra hozta, óriási mértékben fokozza tudományos feladataink nagyságát és az ezzel járó felelősséget az ország előtt. Ez megköveteli az Akadémián és az egész országban folyó műszaki tudományos munkának az eddiginél jóval magasabb szervezettségét, tervszerűségét, intenzitását és méreteit is. Ennek megfelelően kell meghatározni legközelebbi fel-

adatainkat, amelyek közül itt csak a következő legfontosabbakra kívánok rámutatni.

Feladataink a második öt éves tervvel kapcsolatban

A legnagyobb alaposággal kell előkészítenünk a második öt éves tervünkkel kapcsolatos tudományos feladatok programját. Mielőbb be kell fejeznünk azt a már folyamatba tett munkát, amely az egyes szakterületek műszaki-tudományos helyzetének megállapítására irányul, összehasonlítva a szovjet és általában a nemzetközi technika mai színvonalával. Ez a munka kétségkívül értékes anyagot fog szolgáltatni a népgazdasági tervezéshez és nélkülözhetetlen alapja a tudományos kutatás tervezésének. Le kell vonnunk eddigi tudományos tervezésünk és tudományfejlesztési munkánk tapasztalatait az eddigi hiányosságok felszámolására. Olyan kutatási tervet kell kidolgoznunk, amely úgy tartalmában, mint ütemében és szélességében teljes összhangban van a népgazdasági terv célkitűzéseivel és biztosítani tudja — már amennyire ez a tudomány adataitól függ — azok határidőre való megvalósítását.

Mi a leglényegesebb tanulság, amit eddigi tervszerű tudományos munkánk tapasztalatából le kell vonnunk?

Nézetem szerint az, hogy a műszaki tudományok fejlesztésére fordított eddigi erőfeszítéseink, annak ellenére, hogy a régi Magyarország viszonyaihoz képest óriásiak voltak, nem voltak elegendőek és nem álltak eléggé arányban népgazdaságunk fejlődésének, beruházásainak és a termelés mennyiségi növekedésének méreteivel. Más szóval, a népgazdaság tervszerű és arányos fejlődésének objektív törvényét, a tudomány és a termelés fejlesztésének viszonyát illetően, nyilvánvalóan nem tudtuk elég helyesen alkalmazni. Ezen természetesen semmi csodáltnivaló nincsen, mert hiszen öt éves tervünk indulásakor még semmi közvetlen tapasztalatunk nem volt a tudomány tervszerű fejlesztése terén. Ezt különösen ipari termelésünk egy igen sajnálatos tünete mutatja, mégpedig az, hogy a termelés rohamos mennyiségi emelkedését számos üzemben és iparágban nem tudtuk a minőség romlása nélkül, vagy éppen annak javulása mellett biztosítani és nagy elmaradások vannak a munka előirányzott minőségi mutatószámait, az önköltségcsökkentést, a berendezések kihasználását stb. illetően is. Ennek természetesen sok oka van, egyebek között például a termelésbe tömegesen bevont új káderek gyakorlatlansága és az értelmiségi káderhiány is; egyik leglényegesebb oka azonban kétségkívül az, hogy a termelés és az építkezések ilyen rohamos mennyiségi bővítése nem volt műszakilag és tudományosan eléggé és idejében alátámasztva. El lehetett volna-e ezt kerülni?

Nézetem szerint erre a kérdésre — persze csak most utólag, miután már a tervszerű tudományos munka első éveinek tapasztalatai mögöttünk vannak —, határozott igennel kell válaszolni. Ha csupán azokat a legnagyobb hiányosságokat kerültük volna el, amelyekre előadásomban rámutattam, vagyis

ha a laboratóriumi kísérletek félüzemi folytatását minden időveszteség nélkül biztosítani tudtuk volna, ha kiépítettük volna a kutatóintézetekkel egyidejűleg az üzemi laboratóriumokat is, ha fokoztuk volna az intézetek vezetőinek egy-személyes felelősségét feladataik végrehajtásában és eredményeik realizálásában, kiküszöbölve egyidejűleg az alkotó tudományos kezdeményezés sajnos, még elég sok fennálló bürokratikus-adminisztratív akadályát, iparunk a minőségi és gazdaságos termelés terén, de minden valószínűség mellett még mennyiségileg is, ténylegesen elért eredményeit jelentősen felülmulhatta volna.

Ma, amikor ez a tapasztalat már mögöttünk van, felelősek vagyunk azért, hogy olyan országos műszaki kutatási és tudományfejlesztési tervet dolgozzunk ki, *amely biztosítani tudja a második ötéves terv mennyiségi előirányzatának végrehajtása mellett a minőségi követelmények egyidejű teljesítését is.* Nézetem szerint ez megvalósítható. Itt nem lehet szó legyőzhetetlen beruházási, vagy kádernehézségekről; itt egyszerűen csak az adott, illetve létrehozható gazdasági és káderlehetőségek mellett a népgazdaság tervszerű és arányos fejlődése törvényének helyes alkalmazásában áll a feladat. Ezért Osztályunknak igen aktívan és kezdeményező módon kell résztvennie második ötéves tervünk kidolgozásában és ebben a tervben a tudományos munka és kutatás összes szükséges feltételeinek olyan beépítésére kell törekedni, hogy az Akadémia, műszaki tudományos intézményeink és egész műszaki tudományos értelmiségünk reálisan viselje a terv tényleges végrehajtásában reáháruló felelősséget. Be kell ismernünk, hogy e tekintetben — részben a tapasztalatok hiányával is magyarázható passzivitás, hogy ne mondjam, oportunizmus jellemezte Osztályunk munkáját. Nem álltunk ki elég határozottan és kitartóan, jól kidolgozott meggyőző érvek felsorakoztatásával, a tudományos munka szükséges méreteinek, anyagi, személyi feltételeinek biztosításáért mindenütt, ahol felismertük ennek elégtelenségét, s ezzel lehetővé tettük a kutatás egész területén úgy a tervfegyelem, mint a tudományos felelősség igen laza értelmezését, ami kétségkívül lényegesen leszállította tudományos tevékenységünknek azt a színvonalát és népgazdasági hatályosságát, amelyet egyébként el lehetett és el kellett volna érniünk.

Második ötéves tudományos tervünk kidolgozásában feltétlenül és teljes mértékben érvényesítenünk kell az eddig szerzett értékes és fontos tapasztalatokat úgy munkánk pozitív, mint hiányoldalait illetően.

Osztályunk és általában az Osztályunkban egyesített műszaki tudományok, ma már jelentős magaslatról tekinthetnek vissza az eddig megtett útra, amelyet népi demokráciánk és a Magyar Dolgozók Pártjának rendkívüli áldozatkészsége és támogatása tett számára lehetővé.

Második ötéves tervünk nagyszerű célkitűzései az eddiginél még gyorsabb, még meredekebb emelkedést követelnek meg. Nyilvánvaló, hogy ennek csak egész tudományos munkánk színvonalának, intenzitásának, tervszerűségének és fegyelmettségének lényeges fokozásával tudunk eleget tenni. De bizonyos

az is, hogy hazánkban a tudományos munka áldozatkész támogatása és megbecsülése a jövőben sem csökkenni, de ellenkezőleg, a feladatokkal együtt növekedni és erősödni fog. Mitőlünk függ, hogy élni tudjunk népünk és Pártunk bizalmával, megbecsülésével és támogatásával, s ebben az esetben büszkén vállalhatjuk a felelősséget azért, hogy hazánkban a szocializmus felépítésének óriási művéhez a tudomány minden eszköze népünk szolgálatára és rendelkezésére fog állni.

HOZZÁSZÓLÁSOK

KOVÁCS K. PÁL lev. tag

Hevesi Gyula osztálytitkár rendkívül mélyreható és minden kérdést fellelő nagyszabású referátumához egyetlen kérdésben szeretnék hozzászólni, amelynek intézése a Műszaki Osztályon belül reám is tartozik: a könyv- és folyóiratkiadás kérdéséről szeretnék egy-két szót szólni. A Magyar Tudományos Akadémia könyvkiadási terve és a könyvkiadás problémája nem egészen tisztázott kérdés és még ma is bizonyos viták alapjául szolgál. A kérdés lényege az, hogy milyen természetű könyveket adjon ki az Akadémia. Ebben a kérdésben nemcsak a Műszaki Osztály, de az Akadémia Elnöksége is állást foglalt akkor, amikor olyan határozatot hozott, hogy a Magyar Tudományos Akadémia könyvkiadása keretében lehetőleg önálló tudományos kutatást, új elvi megállapításokat tartalmazó könyvek jelenjenek meg elsősorban és hogy olyan könyvek kiadására helyezünk nagy súlyt, amelyek elmaradottabb szakterületeket ölelnek fel, vagy amelyek több tudományág közös problémáit tárgyalják. Meg kell mondanom, hogy ezen a téren még nagyon sok a hiányosság. Ennek egyik okát abban látjuk, hogy szerzőink, illetve kiváló tudósaink nem minden esetben élnek az Akadémia által biztosított könyvkiadási lehetőségekkel és igen magas színvonalú könyveiket a Tankönyvkiadónál vagy tárcakiadónál adják ki akkor is, ha a könyvek inkább kifejezetten tudományos művek, amelyeknek csak egy része szolgálja az oktatás, vagy közvetlenül az ipar célját. Az okokat keresve több szempontot állapítottunk meg, amelyekre ez az irányzat visszavezethető. Egyebek között az Akadémiai Kiadó nem egészen helyes működését, majd pedig az Akadémiának a Tankönyvkiadóval szemben bizonyos anyagi és egyéb természetű, hogy úgy mondjam, hátrányosabb feltételeit, amelyeket mielőbb meg kell változtatni.

Mindamellettt az akadémiai könyvkiadás területén — amint azt hallottuk — óriási fejlődés mutatkozik és engedjék meg, hogy Hevesi elvtárs beszámolóját egy-két részemről rendkívül jellemzőnek tartott számadattal kiegészítsem.

Ilyen számadat például, hogy 1950-ben négy ív terjedelemben, 1951-ben 63 ív terjedelemben, 1952-ben pedig 180 ív terjedelemben és 1953-ban eddig már 33 ív terjedelemben jelentek meg akadémiai kiadványú műszaki könyvek. 1953-ban a már megjelent két eredeti munkán kívül még három műszaktörténeti könyvet várhatunk, kb. 500 ív terjedelemben. Nagy fejlődés állapítható meg a fordítások területén is.

Ami a műszaki folyóiratokat illeti, ott — amint arról Hevesi elvtárs ugyancsak megemlékezett — kielégítő fejlődés mutatkozik. A Hevesi elvtárs által mondottakat a magam részéről is alá szeretném húzni.

Jelentős javulás állapítható meg az Acta Technica nyugati publicitása terén. Ennek a javulásnak egyik bizonyítéka az, hogy valamennyi nagy műszaki folyóirat, kivétel nélkül referálja szakterületek szerint az Acta Technica cikkeit.

Az Acta Technica, hasonlóan más Akadémiák közleményeihez, a legheterogénebb módon foglalja magában a különböző szakterületek tudományos publikációit. Kivételt képez az Acta Geologica, amelyben külön profiljánál fogva, csak az adott szakterületbe vágó dolgozatok jelennek meg. Éppen ezért

javasolható lenne, hogy az Acta Technica, megtartva eddigi felépítését, vagyis azt a formát, hogy a különböző szakterületek cikkei együttesen jelennek meg, — ahogyan az Akadémiánál általában szokásos és amit a Szovjetunió példája is mutat —, az egyező szakterületet érintő dolgozatokat összegyűjtve, minden évben külön kiadványban is ki kellene adni. Tehát ha pl. az összes gépészeti, elektrotechnikai vagy kalorikus vonatkozású cikkek külön kis füzetekben megjelenének, ezzel úgy gondoljuk, az eddiginél sokkal nagyobb mértékben elő lehetne segíteni a külföldi publicitást.

Összefoglalva azokat a kérdéseket, amelyeket meg kívántam említeni, meg kell állapítani, hogy a Magyar Tudományos Akadémia műszaki könyvkiadásának ügye, a kétségtelenül óriási fejlődés ellenére, még távolról sincs olyan állapotban, hogy az részünkre teljesen megnyugtató lenne. Mindent el kell követnünk annak érdekében, hogy tudományos életünk tükrözőjét, a könyv- és folyóiratkiadást mindenképpen megerősítsük, hogy ezzel is szolgálhassuk hazánk és a szocializmus építésének ügyét.

GELEJI SÁNDOR lev. tag

Hevesi Gyula osztálytitkár beszámolójában foglalkozott tudományos kádereink utánpótlásának kérdéseivel és beszámolt az Akadémia, illetve az Osztály ez irányban folytatott nagyvonalú tevékenységéről. Tudományos életünk, tudományos intézeteink működése, eredményességének jövője rendkívüli mértékben függ a tudós utánpótlástól, melynek egyik legfontosabb intézményes eszköze az aspiránsképzés. Akinek szívében fekszik a magyar tudomány jövője, kell, hogy szívügye legyen az aspiránsképzés eredményessége, vagyis az, hogy tudományos életünk minél több önálló tudományos munkára képes, a tudományos kutatáshoz szükséges elméleti és gyakorlati tudással felvértezett fiatal tudóst tudjon beállítani a tudományos munkahelyekre.

Az aspiránsképzés eredményességét legdöntőbben két dolog befolyásolja :

1. a helyes kiválogatás és
2. a helyes képzés.

A tudományos munkára való igazi tehetséget csak munka közben lehet felismerni. Vizsgáztatás alapján ugyan ki lehet válogatni azokat, akik az egyetemi tananyagot jól megtanulták és magukévá tették, de hogy vajjon egy-egy jelölt a tanultakat munka közben fel tudja-e önálló és eredeti módon használni, amint ezt a tudományos munka megköveteli, azt egy vizsgán megállapítani nem lehet. Hogy valaki tehetségét be tudja bizonyítani, ahhoz huzamosabban kell egy témán dolgoznia, ez pedig egy vizsga keretében nem oldható meg. Így az aspiranturára legalkalmasabbakat csak a jelöltek tanára, vagy tudományos intézetben a jelöltek vezetője képes felismerni. Az aspiránsok kijelölését tehát ezeknek kellene végezni.

Az aspiránsképzés eredményességének további feltétele a helyes oktatás. Igen gyakran hallani az aspiránsképzéssel kapcsolatos bajok okaként, hogy az aspiránsvezetők legtöbbje még nem tudja, hogyan kell munkamódszerét aspiránsainak átadni.

Úgy érzem, ezt a kérdést is érdemes közelebbről megvizsgálni.

A tudományos kutatásnak vannak kialakult módszerei, melyek azonban távolról sem egyéni módszerek. Ha egy aspiránsvezetőnek van egyéni kutatási módszere is, az kizárólag tehetségének eredménye. A kísérletezési, sőt esetleg

bizonyos mértékben a gondolkozási készséget is át lehet adni, illetve venni, de az egyéni tehetséget nem. Ha az aspiráns tehetséges, akkor egyéni módszere munka közben önmagától fog kifejlődni. A tehetség kifejlődését azonban elő lehet segíteni. A jelöltnek minél előbb kisebb témákat kell adni, melyeket neki kell megoldania és rá kell őt szorítani arra, hogy minél hamarabb hozzászokjon a publikáláshoz. Az aspiránsoknak a témák kapcsán valódi tudományos munkában kell kipróbálniuk és gyakorolniuk képességeiket, hogy valóban tudósakká válhassanak. A témákat kezdetben az aspiránsképzőnek kell megadnia, később majd talál a jelölt témákat magának.

Az aspiránsképzés eredményességének döntő momentuma tehát szerintem az, van-e az aspiránsvezetőnek témája, amin a jelölt képességeit próbál-gathatja, kifejlesztheti. Csak az tud aspiránst képezni, akinek van annyi és olyan témája, hogy át is tud adni tanítványainak belőle. Témája viszont csak olyan aspiránsvezetőnek lehet, aki maga is állandó intenzitással dolgozik tudományos kérdéseken. Ha eredményes aspiranturaoktatást akarunk, akkor biztosítanunk kell az aspiránsvezetők számára a lehetőséget, hogy maguk is intenzíven dolgozhassanak tudományos problémákon. Bármilyen kiváló tudós legyen is valaki, nem lesz jó aspiránsvezető, ha maga a tudományos munkában valamilyen módon akadályozva van, vagyis ha nem élhet szívvel-lélekkel tudományának, mert aki nem él állandóan a tudományos munka problémakörében, annak aligha lesz annyi témája, hogy abból tanítványainak is át tudjon adni.

A Szovjetunió aspiránsképzéséről írt cikkében I. N. Lebegyjejev is rámutat arra, hogy csak aktív tudományos munkát végző professzorok bírkóznak meg sikeresen a tudományos káderek képzésével. Szerintem tehát a jó aspiránsképzés biztosításának legjobb módszerét úgy találjuk meg, ha az aspiránsvezető számára a zavartalan és intenzív tudományos munka lehetőségét biztosítjuk és ezzel lehetővé tesszük, hogy tanítványait témákkal lássák el, melyek feldolgozása kibontakoztatja képességeiket és tudósokká fejleszti az aspiránsokat. Másrészt azonban az alkotó tudományos munkával való foglalkozást nemcsak biztosítani kell az aspiránsvezetők részére, hanem azt meg is kell tőlük követelni.

MOSONYI EMIL lev. tag

Hevesi Gyula osztálytitkár akadémikus előadásában élős fénnel világított rá az egyetemi kutatómunkáknál előforduló kedvezőtlen jelenségekre. Meg kell mondanom, hogy az esetek kipellengérezésével teljesen egyetértek. Ugyanakkor azonban vannak az egyetemi kutatómunkában olyan adminisztrációs és egyéb nehézségek is, amelyeket részletezni nem kívánok, de amelyek komoly akadályt képeznek ma annak, hogy az egyetemi tanszékeken a kutatómunka a szükséghez mérten folyjék. Szeretném kérni, hogy ezt a problémát súlyponti kérdésnek tekintve, tegyünk meg minden lehetőt, hogy az adminisztratív és egyéb akadályok elhárításával elsősorban az egyetemi tanszékeken biztosítsuk a legnagyobbfokú kutatómunka lehetőségét.

Másodszor, az akadémiai bizottságok együttműködéséről kívánok szólni néhány szót. Hevesi akadémikus helyesen mutatott rá több példával, — éppen engem érdeklő példával is — a bizottságok jól megindult együttműködésére. Valóban az Energetikai Főbizottság és a Hidrológiai Főbizottság között gyü-

mölcöző volt az együttműködés a dunai vízerőmű kérdésének előbbrevitele érdekében. De az utóbbi időben, illetve már az egész elmúlt évben, hasonló kapcsolatot építettünk ki az Akadémia Vízgépészeti Bizottságával is, és számos újabban felmerült problémánkat a közeljövőben visszük az Építéstudományi Főbizottság, a Földtani Főbizottság és más főbizottságok elé.

Ugyanez a helyzet az országos vízgazdálkodási kereterv, a Balaton fejlesztése és más vízügyi tudományos kérdések terén is. E tekintetben is igen eredményesnek kell minősítenünk a kialakult együttműködést. De a Műszaki Osztály keretein túlmenően, a Biológiai Osztállyal és az Agrártudományi Osztállyal is felvettük a kapcsolatot és már meg is kezdtük a közös munkát az országos vízgazdálkodási és természetátalakító tervek tudományos alapelveinek lefektetése érdekében.

A harmadik kérdés, amelyet egészen röviden, indokolás és részletezés nélkül szeretnék megemlíteni, s amelyet az osztályülésen egy alkalommal felvetettem (erre körülbelül két nappal ezelőtt éppen Pattantyús professzortól kaptunk újabb adatokat), a következő: hiányosságot látok abban, hogy a felsőoktatási szakosítás arányszámai egyes területeken nincsenek egészen összhangban a felhasználási arányszámokkal. Itt az egyensúly mielőbbi létrehozása feltétlenül szükséges. Magam a műegyetemi szakosítás híve voltam és közreműködtem abban a bizottságban, amely több szakterületet érintően foglalkozott a kérdéssel. Most is azt tartom, hogy nem a szakosítás szűkítésével kell a kérdést megoldani, hanem az arányszámokat kell úgy beállítani — mind a tagozatokra való felvételi viszonyokat, mind az iparnál való felhasználás arányszámait, — hogy ezek fedjék egymást.

WINTER ERNŐ lev. tag

A magam részéről a minőség és az üzemi laboratóriumok kérdéséhez kívánok hozzászólni.

Eddigi tapasztalataim szerint a MEO szerepéről a minőség biztosításával kapcsolatban eltérők a vélemények. Természetes, hogy döntő jelentőségű a gyártási technológia jósága, a felhasznált nyersanyagok minősége, a technológiai fegyelem. Ezek a feltételek azonban megfelelően megszervezett minőségellenőrzés nélkül nem tarthatók be. Ezen felfogásomban egyébként szovjet elvtársakkal történt megbeszélések is megerősítettek.

Nézetem szerint a véleménykülönbségek azért állanak fenn, mert a kérdés iparáganként másképpen ítélendő meg. Más a helyzet például a cipőkrém-doboz gyártásánál és más a vákuumtechnikai iparban, vagy akár a Yexley-tárcsa gyártásánál. Előbbinél a jó technológia, a karbantartott gépek, a technológiai fegyelem már majdnem biztosítják a kielégítő minőséget és a MEO feladata arra korlátozódik, hogy a köz számára átvegye a termékeket és megakadályozza a visszaéléseket, bár bizonyosfokú operatív minőségellenőrzés nélkül még ez sem képzelhető el. Sok iparágban azonban nem elég a szemmel vagy tolmércével történő minősítés, mert a gyártásnál sok, szemmel nem látható fizikokémiai processzusnak van jelentősége és a termék minőségét sok, esetleg ismeretlen tényező befolyásolhatja. Az ilyen kényes, tudományigényes iparoknál döntő jelentőségű a jól felépített minőségellenőrzés, melynek nemcsak a végproduktum, hanem a közbeeső termékek ellenőrzését is el kell látnia; működésével irányítania kell a gyártást, indikálni a teendőket, sőt jelentős

része van a technológia továbbfejlesztésében is. A minőség fejlesztése ilyen szerv nélkül el sem képzelhető.

Lehetséges, hogy a felsorolt teendők nem egyeznek azzal, amit ma a MEO feladatának tekintünk, ami nem más, mint a kész termékek szabvány-szerinti átvétele. Ez esetben azonban a tudományigényes iparokban — és bizonyos mértékben minden ipar ilyen — megszervezendő a felsorolt feladatok számára valamiféle, a gyártás elengedhetetlen részét képező revízió.

Szorosan összefügg a minőség kérdésével az üzemi laboratóriumok problémája. Az üzemi laboratóriumok feladatát elsősorban a minőségellenőrzés számszerű adatai adják meg, ezek a számszerűségek fűzik egységes egésszé az üzemet laboratóriumával. A minőségi számok romlása hívja fel a figyelmet a beavatkozás szükségességére és a romlás tudományos okainak feltárására.

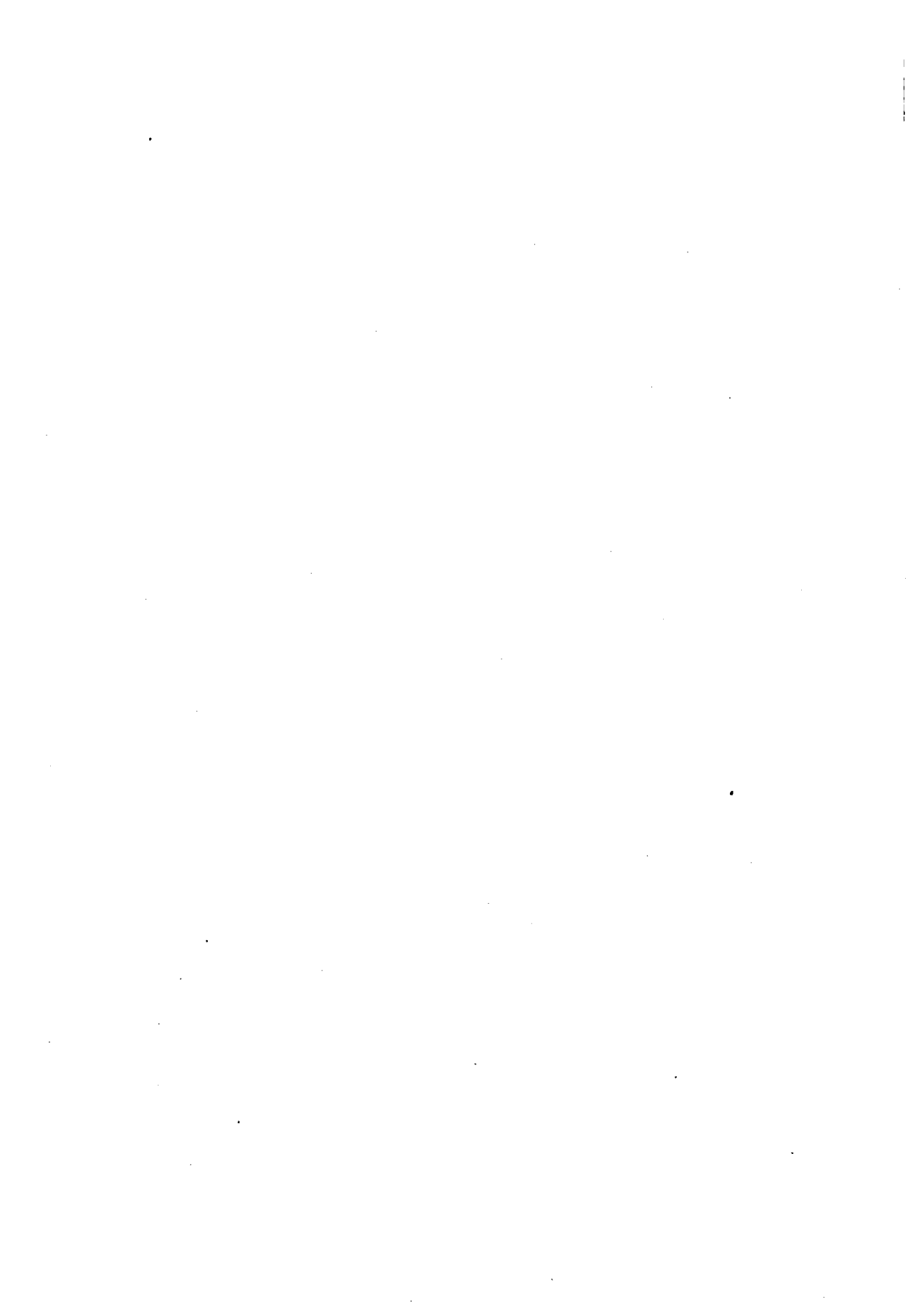
Kiugróan jó minőségi számok új lehetőségekre mutatnak rá, melyek reprodukálhatóságának tudományos előfeltételeit szintén az üzemi laboratórium hivatott tisztázni. Megfelelő ellenőrzés kiépítése elhanyagolásával ugyanazt a hibát követnők el, amit elkövettünk avval, hogy létrehoztuk az iparági kutatóintézeteket az üzemi kutató laboratóriumok nélkül. Megfelelő statisztikát szolgáltató revízió nélkül az üzemi kutatólaboratóriumok nem fogják felismerni feladatukat, az élettől, a gyakorlattól távolálló feladatokat fognak kitűzni maguk elé és el fogják hanyagolni a gyárak égetően sürgős, aktuális kérdéseit.

A minőségellenőrzés a gyár számára azt jelenti, amit a Statisztikai Hivatal az államvezetés részére. Felhívja a vezetőség figyelmét a hibákra, teendőkre és képet ad a jelenlegi helyzetről. Nem elegendő a gyár termékeit csak szabvány szerint, jó és nem jó kategóriák alapján osztályozni, a minőségi számszerűségek feltárására is múlhatatlanul szükség van. A minőségi számszerűségek nemcsak a minőség tartására és fejlesztésére alkalmasak, de figyelembe véve a felhasználók problémáit is, új konstrukciók kifejlesztését, új eljárások kidolgozását indíthatják el, amint erre jó ipari kultúrával rendelkező gyárakban már sok példa adódott. Minden kutatási téma elindításának előfeltétele, hogy tudjuk, mit kell kutatni. Erre nézve meríthetünk ugyan szempontokat a műszaki irodalomból, de akkor mindig olyasmit fogunk kifejlesztetni, amit mások már megcsináltak. Perspektivikus témákat csak a gyártás figyelemmel kísérésekből és a felhasználók problémáiból meríthetünk, egyébként olyan feladatokat fogunk kitűzni magunk elé, amelyek nagyon érdekesek lehetnek, csak éppen senkinek nincs rájuk szüksége. Ezért fontos az üzemi kutatólaboratóriumok sürgős kiépítése, melyek a megfelelő ellenőrzés közvetítésével tisztában vannak az adott ipar és gyár akut problémáival. A hármas kutatási lépcső a Szovjetunióban bevált kutatási szervezet. Megvalósítása nálunk is hasonló nagy eredmények elérését helyezi kilátásba, de csak akkor, ha a szervezet működése nem lesz formális. Ezért láttam szükségesnek felhívni a figyelmet a minőség ellenőrzésének kérdésére.

Az üzemi kutatólaboratóriumok munkája semmiképpen sem alacsonyabbrendű, mint az iparági vagy akár az akadémiai kutatóintézeteké, csak éppen feladatuk természete más. Minden az embertől, annak lelkesedésétől és képességeitől függ. Nagy dolgok alkotására éppen az üzemi kutatólaboratóriumok dolgozóinak van lehetősége, mert legközelebb vannak a bő ismeretek tárházához, az iparhoz.

Fel szeretném hívni még a figyelmet a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya adminisztrációs apparátusának elégtelenségére. Hevesi elvtárs elismerőleg nyilatkozott a szakbizottságok munkájáról. A magam

részéről azonban a szakbizottságok munkájával nem vagyok megelégedve. Sokkal többet teljesíthettünk volna, ha a munkák során felmerült teendőket az adminisztrációs apparátus gyorsabban és jobban tudta volna lebonyolítani. Kellő létszám hiányában a gyors lebonyolítás megerőltető munka árán sem volt lehetséges, ami nagy mértékben veszélyezteti a későbbi munkák sikerét. Fáradtságos munka árán sikerült a bizottságokban jó és lelkes légkört teremteni, ami azonban el fog tűnni és le fog lanyhulni, ha a kitűzött feladatok elvégzése — pl. gép- és gyorsíró kapacitás hiánya folytán — késedelmet fog szenvedni. Nem szabad megengednünk, hogy a szakbizottság tagjaiban elhalványuljon munkájuk fontosságának és értékének tudata, ami pedig menthetetlenül bekövetkezik, ha az ügyek adminisztratív intézésének üteme a jelenlegi módon fog tovább folyni. Ezért ehelyütt is hangsúlyozni kívánom a Műszaki Tudományok Osztálya adminisztrációs apparátusa kibővítésének szükségességét.



BARNA- ÉS FEKETEKŐSZÉN-FAJTÁINK A NÉPGAZDÁLKODÁS FEJLESZTÉSÉNEK SZOLGÁLATÁBAN

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR akadémikus

Kibontakozóban vannak második öt éves tervünk hatalmas körvonalai. Fekete- és barnakőszén-termelésünk, ami a világháború előtti átlagos évi nyolcmillió tonnáról eddig mintegy 18 millió tonnás szintre emelkedett, a második öt éves terv végére, 1959-re 40—50 millió tonnára, vagyis újból kb. két- és félszeresére fog növekedni. Ehhez egészen hasonló méretű, kb. 2,5—2,6-szeres a villamosenergia, valamint a vas és acél termelésének növekedése is a második öt éves terv folyamán.

A kőszéntermelés tehát a növekvő kőolaj- és vízierőfelhasználás ellenére is a villamosenergia- és acéltermeléssel párhuzamosan nő. Új vízierőműveink jelentékeny mennyiségű villamosenergiát termelnek majd, de ez viszonylag kis hányada a második öt éves tervvégi összes villamosenergiának. Villamosenergia-termelésünk főalapja tehát továbbra is elsősorban a barna- és fekete-kőszén.

A hatalmasan növekvő magyar nehézipar és az azt majd követő vegyipar pedig nagymértékben növeli a magyar kőszén fontosságát. Nehéziparunk a jólsülő kőszenezekből, valamint a nemsülő barnakőszenezekből előállítható kokszot igényli fokozódó mennyiségben az új öt éves terv folyamán. A kémiai iparnak pedig mindinkább a kőszénleparlás kátrány-termékére lesz szüksége.

Sőt a kőolaj és földgáz növekvő szükséglete is később végeredményben ugyancsak a kőszén jelentőségének növekedéséhez vezet. A világ tüzelőanyag-készletének ugyanis a legkisebb tétele a természetes kőolaj és földgáz: ezek együttesen is csak 0,3%-át teszik a hőmennyiségekre átszámított teljes tüzelőanyag-mennyiségnek. Minthogy viszont jelenleg a tüzelőanyagtermelésből a kőolaj-földgázra 35% jut, nyilvánvaló, hogy a kőolaj-földgáz a jövőben nem csökkenti, hanem ellenkezőleg, végeredményben növeli a kőszén jelentőségét, mert csaknem mindaz a feladat, amelyet ma a természetes földgáz és kőolaj old meg, mindinkább a kőszénből előállítandó szénhidrogénekre fog áthárulni.

De nem csökkentette, sőt óriásira növelte a kőszén jelentőségét az atomenergia felhasználásának hatalmas távlata is. Az ismert nagy fémtartalmú uránércnek ugyanis a szükségletnek csak csekély részét elégíthetik ki s így egyes kőszénfajták hamujában és az égő-, szén- és olajpalák bizonyos fajtáiban fel-

halmozódott kisebb koncentrációjú urán válik majd az atomenergia legfontosabb nyersanyagává. A kőszén- és rokon-kőzetekben foglalt urán össz mennyisége ugyanis egy egész nagyságrenddel több, mint a nagyobb koncentrációjú urán-ércekben ismert összes urán. *Földvári Aladár* és *Szalay Sándor* kimutattak már olyan hazai barnakőszénfajtát is, amelynek hamujában felhalmozódott urán, atomenergiává alakítva, nagyobb fűtőértéket képvisel, mint az egész eredeti kőszénmennyiség, amelyből a kérdéses hamu származik.

Időben ennél részben közelebbi felhasználási valószínűsége van a hazai kőszének hamujában ugyancsak ú. n. nyomelemekként található egyéb fontos hasznosítható nehézfémeknek. A kőszénhamubeli nyomelemeknek közvetlen fontossága van az újtípusú érckutatásban is, mint arról másutt már szóltam. Nemrég nyilvánosságra hoztuk munkatársammal, *Földvári Aladárnéval* a hazai kőszénhamu geokémiájára vonatkozó részletesebb vizsgálataink eddigi fontosabb eredményeit. Eddig 24 elem eloszlásáról szóltunk, amelyek közül 9—10-nek (nikkel, kobalt, króm, kadmium, gallium, tallium, germánium, ón, bór) hazai konkrét előfordulásáról most történt először komoly említés, de beszámoltunk a titán, vanádium, molibdén, ezüst, ólom, arzén, antimon, kálium, nátrium, bárium, stroncium stb. eloszlásáról is.

A kőszénhamu nyomelemeinek kinyerése szempontjából is óriási előny a fekete- és barnakőszén felhasználásának rohamosan fokozódó központosítása nagy erőművekben vagy kombinátokban. A kőszénhamu ily módon nem szóródik szét és nyilván majd a kombinátok keretében egységesen közvetlenül fel is dolgozható lesz. Talán nem túlkorai néhány ezzel kapcsolatos problémát már röviden érinteni. Nem mindegy, elsősorban a könnyebben illó hasznosítható elemekre (Ge, As, Sb, P) tekintettel, hogy az elégetést milyen hőfokon és milyen összetételű gázban végezzük. Vizsgálandó lesz, hogy e változók függvényében mi és mennyi távozik a füsttel és a pernyével a hasznosítható nyomelemekből és hogyan nyerhető az ki onnan. Vizsgálandó lesz a hamu-salak tárolásának kérdése is: az évek folyamán felhalmozódó anyagból az atmoszferiliák hatására ugyanis egyes elemek szelektíve kimosódhatnak, mások viszonylag felhalmozódnak.

Elsősorban az utóbbi évek szénkőzettani vizsgálatait alapján közvetlenül összekapcsolni igyekszünk a földtani adottságokat és az ezekből adódó bányászati és főképp kőszénkémiai-kőszénteknológiai és népgazdasági problémákkal. A hazai kőszének azonban annyi problémát vetnek fel, hogy lehetetlen mindre kitérni egyetlen előadás keretében. Ezért csak néhány jelenlegi súlyponti kérdést emelünk ki kissé részletesebben. A hazai kőszénfajtákat a képződési idő sorrendjében ismertetjük, ami egyszersmind a kőszének egyik fontos technológiai sajátosságának: fűtőértékének is körülbelüli sorrendje.

A mecseki liászkorú feketekőszén a hazai kőszének közt a bányászatot is befolyásoló rétegsorának sajátosságai, valamint eredete, átalakulása és technológiai sajátosságai tekintetében különleges helyet foglal el. Ez a hazai nagyobb

tömegű kőszénelőfordulások közül közismerten a legidősebb és legerősebben átalakult, szénült, egyedüli feketekőszénünk, a legnagyobb, kb. 5000—7000 kalória fűtőértékkel és egyedül is jól sülő, önmagában, nagyolvasztóban használható kokszot adó fajtákkal. Sztálinváros és Komló neve jelzik, hogy hazánk minden műszaki fejlesztési kérdése közt egyik legfontosabb feladat ezidőszertint a mecseki kőszén változó kokszolódásával kapcsolatos kérdések megoldása.

A mecseki liász kőszénterület két részre oszlik: az újbányai medencének nevezhető sokkal hatalmasabb rész a hegység déli peremétől, Pécestől, annak K-i oldalán hatalmas S-betű alakjában húzódik Ófalu vidékéig. Két széle egymástól mintegy 30 km-re van, de az S-betű mentén mért hossza csaknem 50 km, legnagyobb feltételezett szélessége 12 km. Feltételezett súlypontja az S felső felében van, de egyelőre közelebről főleg csak déli felének peremét ismerjük és bányásszuk. A peremen az S inflexiós pontja táján van az egész jelenlegi bányászat súlypontja, népi demokráciánk egyik épülő büszkesége, Komló is. A terület túlnyomó belső részén a kőszén 800 m-nél mélyebb, tehát bányászatilag mind nehezebben hozzáférhető mélységben van, de a hosszúhetényi nyereg mentén sok helyen bányászatilag már a közelebbi jövőben is elérhető mélységben remélhető. Készletileg és területileg sokkal kisebb a másik rész, ami a hegység É-i peremén húzódik K-ről Ny-ra Nagymányoktól, Szászváron át Magyaregregyig, 12, ill. 14 km hosszúságban és átlag fél km szélességben.

A rétegsor jellege eltér az összes többi hazai kőszenekétől. Viszonylag vastag: 800—900 m kőszénösszletben ugyanis számos kőszénréteg van. DNy-on, ahol a kőszénösszlet is a legvastagabb, az 5 cm-nél vastagabb kőszénrétegek száma 175, de ebből legfeljebb csak 28-at fejtenek. Középen, Komló vidékén, ahol a teljes kőszénösszlet már kb. csak 450—500 m vastag, mintegy 90 ilyen 5 cm-nél vastagabb réteg ismeretes, közülük maximálisan 17-et fejtenek. Északon, pl. Nagymányokon, ahol a kőszénösszlet a legvékonyabb, az 5 cm-nél vastagabb rétegek száma »csak« 30, és ebből legfeljebb négyet fejtenek. A nem fejtett vékony telepek tehát ezidőszertint felhasználhatatlan értéket képviselnek. A nyomelem-vizsgálatok azonban etekintetben is új kilátást nyújtanak, amennyiben egyes vékony telepek esetleg a nyomelemek alapján válnak értékesíthetővé.

A kőszénrétegek sűrű ismétlődése a kőszénösszleten belül a nagy euráziai és északamerikai karbonkorú kőszéntelepekre emlékeztető sajáttság, és arra vezethető vissza, hogy a kőszénképződés egykori tőzeglápja tektonikailag mozgékony területen volt, ahol az intenzív tektonikai süllyedésnek és a viszonylag gyors üledékes feltöltődésnek egymást ellensúlyozó hatása folytán a felszín gyakran került a tőzégképződéshez szükséges, közvetlenül talajvízszint alatti helyzetbe. A szárazulat túlnyomóan Ny-on és DNy-on, a tenger K-en és ÉK-en volt (*Wein*); az ÉK-i rész már mindinkább túl mélyen feküdt a tőzegesedéshez. Ezért vékonyodik a kőszénösszlet és csökken a kőszéntelepek száma ÉK felé. A mecseki liász kőszén tehát nagyrészt tengermenti képződmény.

Műszakilag igen fontos a mecseki kőszénnek viszonylagos, korához képest rendkívül erős utólagos átalakulása, szénülése. Ez ugyanis tudvalevően a kőszén fűtőértékét, kokszolhatóságát, kátrányának összetételét és mennyiségét döntően befolyásolja. Az erős szénülés a Mecsek hegység tektonikailag igen erősen igénybe vett szerkezetével függ össze. Sőt a szerkezet részleteiben is úgy látszik, rányomja bélyegét a kőszén állapotára. A hazai kőszénfajták szénülési fokának meghatározását az elemi elemzések CHO alapra átszámításából kiindulva végeztük. Az eddig rendelkezésre álló elemzések alapján a legnagyobb szénülési fok a hegység tektonikailag legjobban igénybe vett D-i és É-i peremén, az északi peremen belül pedig annak Ny-i felében (Kárász, Magyaregregy) adódnak. Ezen a két részen a kőszén CHO alapra átszámított C-tartalma meghaladja a 90%-ot, azaz szénülése már soványkőszén, sőt Kárászon helyenként csaknem antracit állapotban van. Ilyen állapotban tudvalevően a kőszén már nem kokszolható. Kohó- és gázkokszolásra alkalmas kőszén főleg a középső vasaskomlói és ÉK-i szászvár—nagymányok—váraljai részen várható, ahol a CHO alapú C mennyisége kb. 83—89%, vagyis a kőszén nagyjából a kokszolásra általában optimálisnak tekintett, legjobban sülőképes zsiros- és gázkőszén állapotában van.

Ezeken a helyeken is azonban a kokszolhatóság erősen változik, elsősorban a kőszén sok helyen keresztül szelő fiatalabb magmás-vulkános áttörések hatására. Az ilyen áttörés természetesen ugyancsak növeli a szénülési fokot, azaz növeli a fix carbon és csökkenti az illóanyag tartalmát és így a kőszén feltörekvésben vagy sávokban az optimális kokszolhatóságon túl-széníti. E magmás telérek szénülést növelő hatása többnyire kb. 60—80 m szélességben észlelhető. Komló különleges problémája tehát a kokszolhatóság mérvének állandó erős térbeli változása. Szükséges ezért a kőszénminták állandó ellenőrzése és a kokszolható kőszénmennyiség megállapítása végett a bányaterületek kokszolhatósági teletérképeinek kidolgozása.

A kokszolhatóság egy harmadik tényezőjével is számolhatunk a komló elemzések átszámítása alapján. A CHO alapú C-tartalom, közelítően a szénülés foka az eddig rendelkezésre álló adatok szerint a telepszám növekedésével, vagyis a feké felé haladva, egyébként azonos körülmények közt, a *Hilt*-féle szabálynak megfelelően növekedni látszik. Ezt a kérdést még ugyancsak bőségesebb és rendszeresen vett minták elemzéseivel pontosabban megvizsgáljuk.

A mecseki feketekőszénnek túlnyomóan nagy, a jó karbonkorú kőszénknél átlag nagyobb, többnyire 17—30% hamutartalma van, amelyet az eddigi vizsgálatok szerint mosással többnyire 8%-ig lehet gazdaságosan csökkenteni. Minthogy az összes hamu a kokszba kerül és az eredeti állapotú mecseki kőszén kokszkihozatala 68—78% körül ingadozik, a kőszén 8% hamutartalomra való mosásával el lehet érni a jó külföldi kohókokszt megközelítő, mintegy 12%-os kokszhamu-tartalmat is. Ha tekintetbe vesszük, hogy mennyire csökkenti a

kokszolhatóságot a hamutartalom, úgy a hamutartalom változásait a kokszolhatóság negyedik tényezőjének kell tekinteni.

Mielőtt a hamu kérdését részletesebben tárgyaljuk, megemlítjük, hogy ismerünk egy, a kokszolhatóságot befolyásoló ötödik tényezőt is: t. i. a kokszolhatóságot ugyancsak csökkentő fuzit- és általában oxinit-tartalmat.* A kokszolhatóság szempontjából mindegy, hogy az oxinit a szénülés előtt, közben, vagy után, pl. a tároláskor képződött. Feladatunk tehát azt is megállapítani, hogy hogyan változik a mecseki liász kőszén hamu-, a fuzinit- és a többi oxinit-tartalma.

Intézetemnek a komlói kutatói kirendeltséggel kötött szocialista szerződése értelmében megindult részletes közettani vizsgálatai arra is kiterjednek, van-e a kokszolást befolyásoló felsorolt öt tényezőtől kívül további ilyen tényező. Közvetlen munkatársammal, Soós Lászlóval, valamint a *Bányászati Kutató Intézet*tal karöltve végzendő vizsgálatokkal tehát tisztázni óhajtjuk a főproblémát jelentő kokszolhatóság változásának okait, mert minden, a mecseki liász kőszénkokszra alapítandó további tervezés végeredményben az ilyen alapból kiinduló megállapításokat kívánja.

A kokszolható kőszénanyag mennyiségének növelésére a szovjet módszerek alapján vizsgálni fogjuk azt is, hogy az önmagában nem, vagy alig kokszolható kőszén közettani elegyrészeire szétkülönítve hogyan adhatna kokszolásra alkalmas osztályokat.

Fontos a koksz és egyéb szempontok miatt a mecseki liász-kőszénben általában nagy kéntartalom is. Ez délről észak felé nagyjából csökkenni látszik, noha közben Vasasnál valószínűleg minimumot ér el (Pécsbányatelep éghető kén mennyisége többnyire 3,5—6%, átlag kb. 4%; Vasas 0,7—2,3, átlag kb. 2%; Komló 1,6—6,5%, átlag kb. 3%; itt a középső (pl. IV. és V.) telepek, úgy látszik nagyobb kéntartalmúak; Szászvár és Máza 1,8; Nagymányok 1,2). A mecseki liász-kőszén kéntartalom-változásának szabályszerűségeit még nem ismerjük. Kevésbé valószínű, hogy összefüggésben volna a tengermenti kifejlődéssel, amelynek kéntartalmat növelő hatására *Petrasccheck* mutatott rá. Itt

* A kőszén szerves elegyrészeinek túlnyomó részét 3 csoportba osztjuk: 1. nagy hidrogéntartalmú bituminitekre; 2. közepes hidrogéntartalmú huminitekre és 3. kis hidrogéntartalmú oxinitekre. A bituminitek, huminitek és oxinitek a fizikai és technológiai sajátságokban is lényegesen különböznek egymástól. A bituminitek — pl. a növényi gyanta-, kutikula-, spórahéj- és algaszármazékok — a legillékonyabbak és a legfontosabb kátrányadók, és a kokszolódásnak is fontos tényezői. A huminitek — főleg a növényi lignin erősen átalakult származékai — a legtöbb kőszén túlnyomó (pl. ú. n. vitrites) részét teszik ki. Erős adszorbeáló képességük miatt az öngyulladás főtenyezői, különösen finomra porlott állapotban. Szerkezetük összefüggő volta viszont a kokszolhatóság egyik alapfeltétele. Az oxinitek — pl. a fuzinit, a feketeköszének ú. n. duritsávjaira jellemző mikrit és az utólag a levegő hatására a kőszén felületén és repedéseiben keletkező oxidációs szegélyek — a növényi, valamint a tőzeg és a kész kőszénanyag oxidációjának hatására keletkeznek: ezek kémiaiilag renyhék, fizikailag kemények, merevek, törékenyek és a legtöbb technológiai kőszénfeldolgozó eljárás számára tehetetelt jelentenek. — A különböző elegyrészek a természetben a hidrogéntartalom csökkenésével egymásba átalakulhatnak, így a bituminitek főleg a szénülés magasabb fokozataiban huminitté, mindkettő igen különböző oxidatív hatásra oxinitté.

ugyanis a növekvő tengeri jelleggel — azaz ÉK felé haladva — a kén tartalom inkább ellenkezőleg, csökken. A karszthatás sem elegendő itt a nagy kén tartalom leszámraztatására, mert a hamu egyéb jellegei és a nyomelemek azt mutatják, hogy ez időben nem a Mecsek idősebb mészkövei és dolomitjai, hanem a délen fekvő gránitos alaphegység volt a lepusztulás fő területe.*

A mecseki kőszén szerves főrészt is mélyrehatóan befolyásolja az erős tektonikai igénybevétel: emiatt anyagában túlnyomó az aprószén, pl. Pécs vidékén 70% a 10 mm alatti szén. Az egész déli teknőben általában a mélyebb, ill. a középső vastagabb telepek porhanyóbbak, mint a felső, többnyire vékonyabb telepek és a csak Lámpáson ismert alsó telepek szilárdabbak. Az északi területen a kőszén túlnyomóan porló és a meddővel többnyire erősen össze van gyúrva. A mecseki kőszén porlékonysága következtében viszonylag gyakran öngyúlékonyságra hajlamos is.

A mecseki liász kőszén adó tőzegben a harasztoknak a nyitvatermők-höz képest meglehetősen nagy, az azonos korú romániai aninai előfordulásnál jóval nagyobb szerepe volt. Emiatt a bituminiteket a mecseki liász kőszénekben főleg a spóramaradványok képviselik, míg Aninán a kutikula- és gyantaszármazékok. Ennek technológiailag a kátránytermékek összetételére van hatása.

A mecseki kőszén gyakran — és pedig főleg a zsírkőszén-állapotú helyeken — sujtólégveszélyes. A kőszén bituminites elegyrészeinek zöme ugyanis ebben az állapotban hirtelen huminitessé alakul, ami nagy H-veszteséggel, metán-termeléssel jár.

A mecseki kőszén hamuja többnyire átmeneti jellegű a meszes és szilikátos típus közt. Régebbi előzetes mikroszkópos vizsgálataim szerint a hamuadó elegyrész is részben nem eredeti, hanem a kőszén tektonikai igénybevételével kapcsolatosan képződött hajszáltrepedésekbe belekerült, főleg kalcium-karbonát, és ennek megfelelően gyakran a rétegezéssel, illetve palássági síkokkal párhuzamosan, gyakran meglehetősen szabályosan elhelyezkedő 5—50 mikron vastag rövid hajszáltrepedéseket tölt ki. Ebből következően a hamu tartalom nagyjából a tektonikai igénybevétellel és így egyszersmind a szénülésfokkal durván párhuzamosnak tételezhető fel: legnagyobbak általában a déli pécsvidéki és az északi (különösen ÉNy-i) Szászvár—Egregy-i peremen; általában viszonylag kisebbnek középben Komlón. Liász kőszénünkben tehát főleg

* Ezzel teljes összhangban van a Bányászati Kutató Intézetnek *Vajk Artur* igazgató hozzájárulásában említett fontos új adata, mely szerint a vizsgált itteni kőszénekben túlnyomóan piritként (2—3%) és csak kisebb mennyiségben organikus kén (1% körül) találtak. Ennek alapján egyben a kén eredetére nézve a következő feltevést állíthatjuk fel: a mecseki liász kőszén kén tartalma túlnyomóan későbbi, tektonikus eredetű; a tektonikus mozgásokkal kapcsolatban a mélyből felszálló szulfid- vagy a kőszén által szulfiddé redukált szulfát-ionokat t. i. a kőszén hamuadó elegyrészeinek vastartalma pirit alakjában megköti. Ezért változik a kén tartalom nagyjából a főleg tektonikusan előidézett szénüléssel párhuzamosan, t. i. csökken nagyjából délről észak felé.

kétféle hamu van: a többnyire finomabb eloszlású eredeti agyagos-szilikátos hamu és a kissé durvább tektonikus CaCO_3 -hamu.

Nyomelemekben a mecseki kőszén a leggazdagabb hazánkban. Egyrészt viszonylagos bőségben vannak jelen a gránitos kőzetekből és ezek kíséretéből származtatható elemek, mint a Be, Mo, Sn, Pb, továbbá az ez idő szerint különösen fontos változó eredetű Ge és Ga. Ezek és a Zn elsősorban, illetve részben a közeli Fazekasboda—Morágy-i és a pécsvidéki gránittömegből, vagy ennek ma már hozzá nem férhető kíséretéből származtathatók. Noha a gránitterület a liász kőszénképződés idejében nem volt közvetlen lehordási térszín az ÉK felé lejtősödő lápok számára, sőt azt részben tenger takarta, mégis a gránit régebbi lepusztulási termékei, valamint a gránitnak ma már nem ismert, de feltételezendő, a pécsnél nagyobb DNy-i tömege a kérdéses elemeket könnyen szolgáltathatták.

Érdekes azonban, hogy a mecseki, különösen az É-mecseki liász kőszén hamuja bázisos-ultrabázisos magmás kőzettömegre valló nyomelemeket: Ni-t, Co, Cr, V, Ti-ot is tartalmaz viszonylag nagy mennyiségben. Tekintetbe véve a kőszén és rokonsága nyomelem-gyűjtő jellegét, ezek az elemek is leszámaztathatók a szomszédos gránittömegből, amelyben — különösen annak lamp-rofios telér kíséretében — ezek az elemek is jelen vannak, noha viszonylag is csak csekély mennyiségben. Ezen elemek elterjedésének változásai alapján azonban talán a Mecsektől É-ra vagy ÉK-re nem nagy (maximálisan kb. 20 km) távolságban egy ma már elrejtett Ni—Co—Cr—V ércartalmú bázisos-ultrabázisos (de esetleg akár savanyúbb) tömeget leszünk kénytelenek feltételezni. Ez egyéb földtani meggondolásokkal és geofizikai adatokkal sincs ellentmondásban.

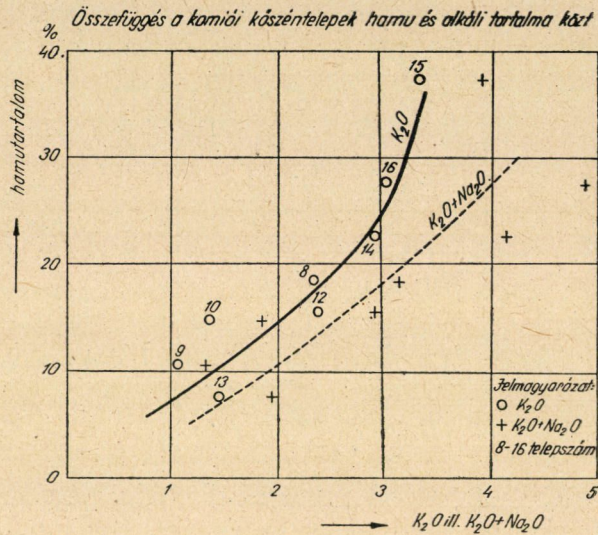
Az eddig vizsgált 23—24 nyomelem közül a Mecsek liászkorú kőszénében mindössze az antimon viszonylag kevés. Ez ugyanis a szomszédos gránittömegnek is inkább csak az aplitos képződményeiben fordul elő. Az arzén, foszfor és bárium mennyisége pedig a többi hazai kőszénével összehasonlítva, átlag közepes.

A komlói eddig vizsgált déli fővágat anyagában a nyomelemeknek bizonyos telepek szerinti megoszlása is kezd feltűnni: az antimon pi. főleg a 3., valamint talán a 19. és 21. telepben gyakori, a középső telepekben ritkább. A germánium az eddigi adatok szerint az 1., 2. és 3. telepekben a leggyakoribb, míg az ólom és cink főleg a 21. telepben jelentkezik. Lehetséges tehát, hogy a telepazonosítás bányászati olyan fontos kérdése részben éppen a nyomelemek alapján lesz megoldható.

A műtrágyagyártás szempontjából fontos káliumtartalom ugyancsak a mecseki liász kőszénhamuban a legnagyobb. Érdekes összefüggés mutatkozik a komlói összhamu és alkáli mennyiség közt (1. ábra). A K hamubeli %-os mennyisége a hamu összmennyiségével nő. Ez arra mutat, hogy a hamu egyik főrésztét kitevő törmelékes hamu K-ban gazdag és így nyilván ugyancsak gránitos szár-

mazású, vagyis a durvább hamuadó elegyrészek arkozás összetételűek. Ez a kálium a kőszénhamuból azonban valószínűleg könnyen kioldható, jóllehet gránitarkozás eredetű, vagyis földpáthoz kötött, mert a lúpvíz savanyú kémhatása később ezt a szilikátos kötést meggyengíti.

A mecseki liász kőszén tonnasúly szerinti mennyisége a hazai kielégítő biztonsággal ismert, azaz A+B+C kategóriájú fekete- és barnakőszén készletnek 8,9%-ára, a kategórián kívüli lehetséges készleteket is (minden kőszén-



1. ábra

területünkön) tekintetbe véve 7,4%-ára rúg. Fűtőértékre átszámítva ez természetesen sokkal nagyobb viszonzásznak adódik.

Az ajkai felsőkréta-korú barnakőszén. Mire hazánk következő (megmaradt) kőszénének, az ajkainak képződése megindult, a Magyar Középhegység már megmerevedni és nagyobbára kiemelkedni kezdő, kevésbé mozgékony területté vált. Ezért az ajkai kőszénképződemény — eltérően a tengermenti eredetű sok és köztitelepes mecseki kőszéntől — édesvízi, rögvídei, alptelepes típusú, vagyis a nálánál sokkal idősebb — triász dolomit és liász mészkő — kőzetekre települő fiatalabb rétegsor egyik alsó tagjaként jelenik meg. Emiatt az egész kőszénösszlet is vékonyabb: 15—20, középtájon maximálisan 55 m vastag. Az alsó, középső és felső telepesoportokra osztott kőszénrétegek pedig rendszerint mintegy 5 m összvastagságban fejthetők. A kőszénmedence három oldalról elhatárolt, többé-kevésbé zárt tengerpartközeli édesvízi esztuarium volt.

Az ajkai kőszénképződéssel megkezdődik hazánkban és általában a Déleurópában oly gyakori karsztkőszén-jelleg kifejlődése. Ez a jelleg az oldható mészkő és kisebb mértékben dolomitos kőzetalzaton való lúpképződést és

annak következményeit jelenti. Az ilyen kőszenek esetében a kőszénpadok közti meddő rétegek túlnyomóan maguk is többé-kevésbé meszes, márgás, vagy tavikréta jellegűek. (Az ajkai kőszén közvetlen fekéje azonban részben a fekévizet bizonyos mértékig kizáró duzzadó agyag.) Minthogy a sekélyláp egyébként savanyú vizét a karszlápok esetében a mészlúg semlegesíti, vagy lúgosítja, a vízben a mikrobák elszaporodnak, ezek fehérjeanyaga a tőzeg organikus kéntartalmát megnöveli. Ezért a karsztkőszenek egyik fontos jellemzője vizsgálataink szerint a kőszén nagy »organikus« (szerves vegyületekhez kötött) kéntartalma. Az ajkai kőszén kéntartalma 3—4% körül van. A karsztkőszenekben a Ca-felesleg a huminsav viszonylag nagy részét Ca-humáttá alakítja. A mikrobaműködés egyszersmind a huminiteket erősebben elroncsolja, részben oxinitekké alakítja és ezáltal a bituminitek viszonylagos mennyiségét növeli. Az ajkai barnakőszén esetében ezt a lúp utólagos kiszáradásával járó oxidáció, a liptobiolitosis is fokozza. Ennek következménye az ajkai kőszén nagy borostyánkő-tartalma. A szabadszemmel látható borostyánkőszemcséken kívül a gyantaszemcsék főleg mikroszkópos eloszlásban jelennek meg. Az ajkai borostyánkő karsztkőszénjellegének megfelelő nagy kéntartalma alapján a tioretinitek közé tartozik. Az ajkai kőszénnek azonban nagy gyantatartalma ellenére is csekély az őskátrány- és bitumen-kihozatala. Ez főleg az erősebb oxinitesedéssel van kapcsolatban. Ez a gyanta éppen oxinitesedő és erősebben szénült állapota miatt különleges figyelmet érdemlő anyag, ami nagy mikroszkópos mennyisége miatt is megérdemli a gyakorlati felhasználására vonatkozó közelebbi vizsgálatot.

Ugyancsak túlnyomóan liptobiolitos jellegre, a kiszáradó lópokban történt képződésre, az ilyen lópokban gyakoribb tőzegégésre vezethető vissza az ajkai kőszén fuzitban való gazdagsága is. A fuzit — mint említettük — a többi oxinittel együtt a különféle technológiai kőszénfeldolgozásra káros elegyrész.

Az oxinitképződés elsősorban a H-tartalmat csökkenti. Ezért és meglehetősen nagy (általában 12—22%) hamutartalma miatt az ajkai kőszén fűtőértéke viszonylag kicsi, többnyire 3800—4600 kalória, noha szénülési foka az átlagos eocénkorú fényes barnakőszeneink átlagánál valamivel nagyobb, csaknem eléri a feketekőszén-állapotot: a CHO alapú C-tartalma többnyire 77—79% körül van.

Tényleges szénültsége ellenére az ajkai kőszén az eocén kőszeneink átlagánál kevésbé szénültnek, kevésbé fényesnek és barnásabb színűnek látszik. Ennek a nagy hamutartalmon kívül elsősorban a nagy bituminit- (gyanta-) tartalom a magyarázata.

Nyomelemekben az ajkai kőszén meglehetősen szegény. A hazai átlagnál kevesebb, vagy legfeljebb átlagnyi Ni, Co, Cr, Ag, Ga, Ge, Pb, As, Be, Ti, V, Mo és Mn-t tartalmaz. A Zn, Cd, Tl, Sn, W, P, Sb pedig spektrográfiailag ki sem mutatható. Az átlagnál egyedül a Ca-mal többnyire párhuzamosan

haladó Sr mennyisége több. Mindez a medence zártságán kívül elsősorban a karszt-jelleg következménye. A mészkő és dolomit, ami az ajkai kőszén lágjának lehordási anyaga, a legtöbb elemet nem képes az átlagnyi mennyiségben megkötni; kivétel a Sr és részben a Ba és Pb. Ezért az ajkai kőszén és lágja is az Sr kivételével a többi elemekben az átlagnál szegényebb volt és természetesen a belőle származott kőszén is ilyenné vált.

Az ajkai barnakőszén a hazai ezidőszerint ismert biztosnak tekinthető A+B+C kategóriájú kőszénkincsnek tonnaszám szerint 2,8%-át képviseli. Legnagyobb része lényegileg közvetlenül egyszerű tüzelőszerként kerül felhasználásra, mert ezidőszerint nem ismeretes még olyan különleges sajátsága, ami az osztályozáson kívül különleges technológiai feldolgozást tenne indokolttá. Azonban új utakon haladó technológiai vizsgálatra említett különleges gyantatartalma miatt is érdemesnek látszik.

Az eocén és oligocénkorú dunántúli barnakőszének. Az eocén és a kismennyiségű oligocénkorú kőszén az egész magyar, kielégítően »biztos« A+B+C kategóriájú kőszénkincsnek mintegy 31,9%-át, a feltételezhető összesnek pedig 18,0%-át képviseli és termelésben is hasonló jelentékeny helyet foglal el. Jelentőségét növeli, hogy az eocén barnakőszének közt vannak a kátrány- és bitumen-termelés szempontjából legértékesebb hazai kőszének, vagyis ezek a jövő kémiai nagyiparunk valószínű főanyagai.

A Dunántúli Középhegység északkeletibb részeinek főleg Kisalföld felőli peremein és öbleiben az alsó eocénben fejlődtek ki újra kőszénadó lágok, a terület lassú besüllyedésével valószínűleg DNy felől előrenyomuló tenger első, részben még édesvízi hírnökeként, ezúttal azonban az ajkainál sokkal hatalmasabb mértékben. Így újra egy fiatalabb rétegsor első üledékét képviselő, tehát alaptelepés csoport keletkezik, de a tektonikai mozgások folyamatos lassúságának megfelelően többnyire kisebb számú, de vastagabb kőszénréteggel és átlagban csak 10—50 m-es kőszenes összlettel. A feküvíz betöréstől való mentesülés szempontjából nagyfontosságú tarka agyagból, bauxitos és kőszenes mocsári agyagból álló fekürétegek vastagsága többnyire néhány, de legfeljebb 80 m.

Később, a tenger előrehatolása után a középső-eocénben, a tengerszint időszakos visszahúzódása és ingadozása közben még egyszer megismétlődik a láposodás: ez a lepárlás szempontjából különösen fontos középső-eocénkorú (ú. n. »fornai«, helyesebben: striatás) vékonyabb telepeket adja. Sőt az alsó-oligocénbeli újabb szárazföldi időszak után a tengernek előrehatolása első képződményeként egy harmadik kisebb, de már kevésbé bitumenes, kevésbé kátránydús közép-felsőoligocénkorú kőszenes összlet is létrejön.

Középsőeocén képződmények gyenge barnakőszénnyomokkal délen már Ajka, sőt Sümeg vidékétől kezdve ismeretesek. Az első jelentékenyebb alsóeocén kőszénelőfordulás a Bakony főtömege és annak Ny-i, kőrishegyi része közt, a Zirc—Dudar—Csetény—Bakonycsernye-i medencerezületben ismeretes.

Kiszélesedik és a Középhegység déli oldalára is nyomokban átterjed az eocénkorú kőszénképződmény a Bakony és a Vértes közt az ú. n. móri árokban (Mór három telepe 10,7 m összvastagságú). A kőszénképződmény azután tovább folytatódik ÉNy felé a Vértes hegység kisalföldi oldalán Pusztavám, Ondód, Bokod, Oroszlány és Környe vidékén át Tatabányáig. Továbbkutatásra itt a bokodi és tatabányai ismert előfordulások egyes közelebbi szomszédos területei jönnek elsősorban számításba. Oroszlány vidékén is, mint Dudaron és Mórrott, legfeljebb három fő kőszéntelep ismeretes. Ezek közül az alsó többnyire a legvastagabb, de egyszersmind a legagyagosabb s emiatt főleg csak helyi felhasználásra (tatabányai erőmű) alkalmas.

Szénkőzettani vizsgálataink szerint ez az oroszlányi alsó pad lényegileg mélyebb-lápi algás kőszénképződmény. Ugyanez a képződmény úgylátszik, mindenütt megvan hasonló kifejlődésben a tatabányai medencében. Ez a körülmény nagyfontosságú a bányászatilag sokszor igen fontos telepazonosítás szempontjából. A vastagtelepes terület, azaz a VIII—IX—X. aknák vidéke főtelepének magasabb teleprészeit nagyobbrészt ugyancsak mélyebb-lápi, de kutikulás, pollenes és alárendelten sekélyebb-lápi képződmények alkotják. Ez a szint északabbra (VII. akna I—V. telep) már nagyobbrészen sekélylápi (gyökérszálas) kőszénként fejlődött ki. Bánhidán pedig nagyrészt egyetlen 4—5 m vastag főteleppé olvad össze és itt túlnyomóan már kiszáradó lápi liptobiolitos kifejlődésű. Így a bánhidai főtelep nagyobb bituminit-tartalma miatt lepárlásra viszonylag legalkalmasabb. Csaknem az egész tatabányai medencében megvan ezeken kívül egy legfelső, ú. n. kísérő (a VII. aknán nullásnak nevezett) vékony telep is, amelyet nagyobbára pollenkőszén, vagy kevert egyéb mélyebb-lápi kőszénféleség alkot. Mindezen kőszénfajták a technológiai feldolgozás szempontjából is különböznek egymástól.

A tatabányai medencétől K-re van a még ugyancsak továbbkutatásra érdemes Bicske—Nagyegyház-i medencerészlet 2—9 m vastag alsóeocén kőszénteleppel, majd 370 m-rel feljebb a mindössze $\frac{1}{2}$ m vastag középsőeocén, és még magasabban az ugyancsak kb. $\frac{1}{2}$ m vastag oligocén teleppel. Helyenként a Gerecse környékén is ismeretes eddigelé fejtésre nem érdemes módon az alsó- és középsőeocén telep. Itt is van még továbbkutatásra érdemesnek látszó terület, pl. a Vértestolna—Tardos-i teknő.

Az egész dunántúli eocén szénképződmény legnagyobb készletű kifejlődését éri el a Gerecse és Pilis közti süllyedékben a Dorog—Tokod—Sárisáp-i medencében. Minthogy a tenger kb. DNy felől közeledett, azért ebben az északkeletre fekvő medencében a kőszén már inkább édesvízi (limnikus) kifejlődésű, míg pl. a tatabányai és móri kőszén elegendő vízi, illetve tengermenti (paralikus) jellegű.

Méginkább limnikus kifejlődésű a még tovább K-re következő Pilisvörös-vár—Szentiván—Solymár-i és a vele egykor összefüggésben állott Nagykovácsi medencerészletek kőszene. Egyébként Pilismarót és Pilisszentlélek vidékéről

ismeretes több m vastag agyagos kőszén, ami közeli erőműben vagy mosással dúsítva talán hasznosítható és így továbbkutatásra érdemes lesz.

A középsőeocén kőszéntelepnek egy jelentékenyebb előfordulása ismeretes tovább K-felé a Duna túlsó oldalán a váci Nagyszál DK-i oldalán Kósd mellett (itt a karsztvíz betörés előtt a három telep közül az alsót fejtették).

Eocén kőszeneink szénülése ÉK-en Kósdon a legnagyobb, bár egyszerűen erősen változó: itt részben lángkőszén (tehát feketekőszén) állapotot ér el és ennek megfelelően kokszolható. 79—81% CHO alapú C-tartalom mellett csak 3—4% nedvességet, de sok hamut (20—39%) és kén (6%) is tartalmaz. Továbbkutatásra kokszolhatósága miatt is számbaveendő.

Az összes többi eocén kőszénterületen a szénülés 76—78% CHO alapú C-tartalommal túlnyomóan a fényesbarnakőszén-állapotnak felel meg, csak a dorogi átlaga valamivel gyengébben szénült, 74—77% C_{CHO}-val: részben fénytelen barnakőszén. A nedvesség a dorogi és tatabányai medencékben többnyire 11—15%, de délebbre többnyire nagyobb: 17—23%. A kén- és hamutartalom legkisebb Tatabányán: 2,5—3, illetve 6—10%, a többi eocénkőszén többnyire 3—5% kén és 10—20% hamut tartalmaz. Ennek megfelelően a fűtőérték is legnagyobb Tatabányán (átlag 4900—5900 kalória) és Kósdon, a többi helyeken többnyire 3800—5000 kalória.

A dunántúli eocén kőszenek is karsztkőszenek, tehát viszonylag nagy organikus kén-tartalom, főleg meszes hamu és viszonylag gyakori meszes meddő közbetelepülés, sok Ca-humát, viszonylag nagyobb bituminit-tartalom és nagyobb kátránykihozatal jellemzi. A kátránykihozatal átlagban kb. kétszer annyi, mint a borsod—hevesi miocénkorú barnakőszeneké. Itt már nem a gyantában gazdag fenyőfélék uralkodnak, mint az ajkai felsőkrétakorú barnakőszén lágjában, hanem nagyobb jelentőséghez jutnak az ezidőszert értékesebb viaszfélékben gazdagabb trópusi lombfák is. A trópusi lombfák jelentősége és ennek megfelelően a viasztartalom mennyisége a legnagyobb a dorogi középeocén telepek némelyikében és így kátránylepárlásra és bitumenextrakcióra ez a legalkalmasabb nagyobb tömegű hazai kőszén. A németországi kis hőfokon párolható barnakőszenek viaszmenyiségét azonban ez sem éri el, mert Németországban az eocénben a trópusi lombfák arányszáma még nagyobb volt és különösen, mert a sokkal kisebb szénülésfokú németországi barnakőszenekből a szénüléssel szemben érzékeny viasz-származékok sokkal kevésbé pusztultak ki. Mint-hogy a fő kátrányadó bituminitek fajsúlya a legkisebb — 1,1—1,2 szemben a legtöbb kőszén főrészét kitevő huminitok valamivel nagyobb, 1,3 körüli, a fuzinites-oxinites elegyrészek 1,5—1,8 és a hamuadó agyagos elegyrészek még nagyobb: 2 feletti fajsúlyával —, ezért a kátrány- és bitumenkihozatal fajsúly szerinti elkülönítéssel, a nehezebb elegyrészek eltávolításával növelhető.

Az oligocénkorú kőszenek legdélibb előfordulásai a Zirc—Jásd-i és a szápári, helyenként még nagyobb kátrány- és bitumenkihozatalt adnak, azonban itt is a bitumen gyantás, viaszt ismét alig tartalmaz. Az oligocénben ugyanis

a trópusi lombfák jelentősége csökken. Ezeknek a gyantadús oligocén kőszenek mennyisége valószínűleg csekély, mert a magában sem nagy itteni kőszénképződményben a lokális liptobiolitos kifejlődést képviselik. Az oligocén barnakőszén szénülésfoka is csökken: többnyire 68—72% C_{CHO} -t tartalmaz. Az oligocén szénképződmény többé nem karsztos jellegű, ezért kisebb kéntartalmú; a régebbi mészkő felszínét ugyanis ezidőben már túlnyomóan szilikátos üledékek takarják. Az oligocén kőszénképződés még inkább ÉK felé tolódott: súlypontja Vértessomló—Annayölgy—Mogyorós vidékén van, de nyomai a Duna ÉK-i oldalán is nagyobb területre kiterjednek.

A dunántúli eocén karsztkőszenek viszonylag szegények nyomelemekben. Ennek oka ugyanaz, mint az ajkai felsőkréta karsztkőszén esetében: a lápot tápláló környező mészkövek és dolomitok is szegények nyomelemekben. Köztük is legszegényebb a pilisi medence, mert ezt köröskörül zárta a mészkő-dolomit hegység. Még legtöbb nyomelemet tartalmazza az eocén karsztkőszenek közül a legkeletebbre, az egykor nyílttenger felé fekvő kisgyóni és pusztavámi előfordulás. A Ni, Co, Ag, Zn, Ga, Ge, Sn, Pb, P, As, V, Cr mennyisége eocén viszonylatban ezekben a legnagyobb. (A Cr és Mn maximuma kiterjed Tatabányáig.) Minthogy a Velencei-hegység gránitjában mennyiségük részben még kisebb, az itteni kőszenekbeli gyakoriságuk arra mutathat, hogy a Kisalföldet borító tenger felől egy, részben talán (ultra) bázisos magmatömeg fémei kerültek a lápba. Ez a tömeg valahol a Vértes vagy északi Bakony közelében, a Kisalföld déli nyúlványában lehetett. Viszont az Sb, Be, Ba és Mo mennyisége (eocén karsztkőszénben) a dorogi medencében maximális, ami egy közelnagyati, talán Gerecse-hegységtáji eltakart savanyú magmás tömegre utal.

A Heves—Nógrád—Borsod-i alsómiocénkorú barnakőszén. A kielégítően biztosnak tekinthető, azaz A+B+C kategóriájú kőszénkészletünk tonnasúlyban legnagyobb, 37,7%-át kitevő, de összefűtőértékben is az eocén kőszeneinknél nem sokkal kisebb értékű tagját, Heves—Nógrád—Borsod alsómiocénkorú kőszenei képviselik. Ennek több mint kétharmadát a sajóvölgyi kőszénképződmény adja, ami így a Magyarország legnagyobb barnakőszénmedence részlete. Ez a tény is jelzi Kazincbarcika jelentőségét.

Az alsómiocén folyamán a kőszénképződés súlypontja még tovább ÉK felé tolódott, az Alföldeket szegélyező miocénkorú andezit vulkánosság ívén belüli lassabban süllyedő részre. Bármennyire is különbözik egymástól már külsőleg is egyrészt a fényesbarnakőszén-állapotot is elérő Salgótarján-vidéki és Királd—Egercsehi kőszén, és másrészt a sokkal kevésbé szénült, nagyobb-részt fénytelen barnakőszén-állapotú sajóvidéki barnakőszén, mégis ugyanazon, egykor egységes nagy láprendszer képződményei. Vadász eme rétegtani megállapítását a szénközöttani vizsgálataink megerősítették. Nemrég azonban még részben éppen e nagy minőségbeli különbség miatt e képződményeket is különböző korúnak, nevezetesen a kevésbé szénült sajóvölgyieket fiatalabbnak, középmiocénnek tartották.

A különböző szénülésfokot elsősorban a kb. egykorú és fiatalabb andezit és a sokkal fiatalabb bazalt-vulkánosság okozza: a Cserhát, Mátra és Szlovák Érchegység andezitjeitől körülvelt és a helyenként még fiatalabb bazaltokkal közvetlenül áttört Salgótarján és Királd—Egercsehi terület barnakőszenei a magmás hőhatásra csökkenő geotermikus grádiens következtében erősebben átalakultak, nagyobb szénülésfokot értek el, mint a vulkáni centrumoktól távolabb fekvő sajóvölgyiek.

Az alsómiocén barnakőszenek képződés és minőség szempontjából alapvetően különböznek a dunántúli felsőkréta és óharmadkorú karsztkőszenektől. Egyrészt ugyanis nem alaptelepessé jellemezzük, hanem folytonos üledékképződés közben keletkezett köztitelepessé típusúak, másrészt pedig, minthogy a régebbi mészköveket az újabb agyagos-homokos-tufás üledékképződés eltakarta, nem karsztos, hanem közönséges szilikátos jellemezzük. Ennek megfelelően hamujuk sem meszes, hanem szilikátos jellegű; másrészt kén tartalmuk átlaga kisebb, többnyire 1—3%. (Főleg csak a lápképződés idején kiálló egykorú mészkőrögök szomszédságában, pl. Ormospusztán jelentkezik nagyobb, néha 5%-ot is meghaladó kén tartalom.)

Sajnos, a hamutartalom általában nagy (főleg 15—32%) és így a fűtőérték az erősebben szénült Salgótarján—Egercsehi részen is többnyire csak 4000—4500 kalória (10—25% nedvesség mellett), míg a kevésbé szénült K-i sajóvölgyi részen többnyire 3500—4000 kalória (16—32% nedvességgel).

A szárazföld délnyugaton, a tenger pedig északkeleten volt; ennek megfelelően a Ny-i Salgótarján-vidéki szénösszlet nagyrészt édesvízi, a K-i Bükk-peremi Egercsehi—sajóvölgyi szénösszlet inkább tengermenti jellegű. A tengermenti területen a telepek száma is nagyobb: a Sajóvölgyben összesen 7 telep van kb. 230 m vastag összletben, amelyek közül 5 művelhető. Királd és Salgótarján vidékén három, délebbre Nagybátony—Egercsehi—Ózd vonalán már csak két és még délebbre, Mátramindszent—Parád—Monosbél vonalán már csak egy telep van, de végül tovább dél felé ez is kiékel.

Technológiai tekintetben fontos, hogy a hamu Nagybátony vidékén salakosodásra erősen hajlamos, feltételezhetőleg az andezit áttörésekből a kőszénbe migráló elemek hatására. Itt a sujtólégveszély és öngyúlékonyság is nagyobb mértékű. A sajóvölgyi területen pedig (főleg a felülről számított 2. telepben) gyakori a tőzegképződéssel egykorú kovásodás.

Minthogy a klíma a miocénben nálunk kb. szuptrópusivá hűlt le, a fenyőfélék és ezzel a gyanta konzerválta fás szövetek szaporodnak a kőszénben, aminek gyakorlatilag nagy jelentősége van. Ezek összefüggő fás: xilites-xilovitrites szerkezete eredményezi ugyanis a felfűvődő, fém-fémes (noha a sajóvölgyiek szénülési fokán nem sülő) kokszot adó képességet. A fás szövetű részekből brikettezés nélkül is előállítható darabos félkoks. De az ilyen szerkezetű rész az egész barnakőszén mennyiségnek csak viszonylag kis hányadát teszi ki. Viszont az előzetes mosással hamumentesített, majd lepárolt aprókoksot

szurokkal brikettezve és újra lepárolva olyan brikettkokszt kapható, amely a nagyolvasztóban is használható 15—20%-ig terjedő keverékanyag gyanánt, különösen, ha a brikettezés előtt jól sült kokszt is keverünk hozzá. Egyik főprobléma itt tehát a szén megfelelő mosása, mert a kokszkihozatal átlagban csak kb. 55% és így a koksztban a hamu erősen feldúsul. A hazánkban öt évvel ezelőtt első ízben elméletileg megoldott barnaszénkokszolás lehetősége adja Kazincbarcika jelentőségének egy részét.

Miocén barnakőszeneink abban is alapvetően különböznek a dunántúli eocén kőszeneiktől, hogy ezek — különösen a Salgótarján—Nagybátony körüliek, valamint a sajóvölgyiek közül a két felső telep — nagyobbrészt láperdői, míg az eocénkorú, főleg sekély- és mélylápi képződmények. A sajóvölgyi három alsó telepben már valamivel mélyebb lápi képződmények vannak túlsúlyban és így hamutartalmuk agyagos-szilikátos jellegük miatt is nagyobb és nehezebben mosható ki.

A sajóvölgyi barnakőszénben a fő bituminit az itt felfedezett melanorezinit, az eocén barnakőszénben a xantorezinit. Ezek lepárlási termékei is lényegesen különböznek egymástól. A melanorezinitben gazdag borsodi barnakőszén kátrányában *Takács Pál* vizsgálatai szerint kétértékű fenolok: pirokatechin és homologjai, a xantorezinitben gazdag eocén barnakőszénben aromás oxisavak: gyantásav szerepel nagy mennyiségben. A sajóvölgyi széntelepek csaknem mindegyikének felső fedő felőli része gyantában gazdagabb, szemiliptobiolitosabb.

A sajóvölgyi barnakőszén rosszul tárolható, emiatt is fontos, hogy helyi nagy erőművekben kerüljön azonnali feldolgozásra.

Az itteni alsómiocénkorú barnakőszének nyomelem-tartalma közepes: átlagban valamivel kisebb, mint a mecseki liász kőszéneké, de nagyobb, mint a dunántúli kréta-eocén-miocén karsztkőszéneké. A mecseki területtel szemben különösen a Pb, Zn, Cd, Mo, Tl, Be, Ge, V, P kisebb gyakorisága tűnik fel, ami nagyobbrészt a gránitos lepusztulási terület hiányával van kapcsolatban. A területen belül leggazdagabbak nyomelemekben a Bükkhegység ÉNy, É-i és K-i peremének barnakőszenei: ezek különösen Ni, Co, (Cr), Ti, V-ban viszonylag dúsak, tehát egy ultrabázisos tömegre utalnak: nyilván a Szarvaskő-vidéki gabbro-diabáz-wehrliit vagy málladéka az alsómiocénben a felszínen feküdt. Az elemeloszlás megfelel a telepek ÉK felé tengermentibb jellegéből következő kb. ÉK-i irányú fölejtősődésnek. A recski enargitos ércesedésre visszavezethető mozgékony As és Sb nagy mennyisége tünteti ki a közeli nagybátonyi barnakőszénét. Ennek az ércterületnek kevésbé mozgékony fémeselemei: az ólom és ezüst — és így feltételezhetően a műszertechnikai okokból ki nem mutatott réz is — főleg ugyancsak az általános lejtősődésnek megfelelően ÉK és ÉNy-on: Egercsehi és Kisterenye—Salgótarján vidékének barnakőszénében dúsul.

A középső- és felsőmiocén barnakőszének. A fiatalabb miocénben a hazai szénadó láposodás súlypontja visszatolódott DNy-ra a Dunántúlra. A brenn-

bergi jelenleg nem művelt kisebb szénterületen kívül ennek főképviseelői Várpalota, Szentgál és Hidas. Közülük Várpalota a biztos, A+B+C kategóriájú hazai kőszénkészletnek 5,2%-át, Szentgál és Hidas együttesen további 2%-át teszi ki. Ezek a barnakőszénnek a legkisebb szénülésfokúak közé tartoznak: kb. lágybarnaszén-állapotúak. A C_{CHO} -tartalom Várpalotán 67—70%, de ez az eredeti 40% körüli nedvességet 20%-ra csökkentő ahidralás folyamán emelkedik. E barnakőszénnek részben fás szerkezetűek: xilitések, ezért részben darabos xilit-koksz kinyerésére közvetlenül alkalmasak. Várpalotán mindkét barnakőszénpad felül szemiliptobiolitósodik, fuzitban és bituminitben kissé gazdagodva.

Ezek a barnakőszénnek nem karsztos típusúak, ennek megfelelően csekély, 1—2% kén-tartalom és csekély szénültőségüknek megfelelő nagy (33—45%) nedvességtartalom, de ehhez képest nem kicsi (11—12%) hamutartalom jellemzi. Ezért kicsi: 2000—3000 kal a fűtőértékük is.

Nyomelemek tekintetében egyik sem tartozik a szegények közé: Hidason feltűnik az átlaghoz képest feltűnő nagy Ag-, As-, Sn-, Ba-tartalom, ami leginkább a közeli gránitos tömeg helyenkénti alkáli jellegének közvetett következménye lehet. Ugyanakkor azonban csekély a Mo és Be mennyisége, ami az itteni gránitnak is sajátja. Várpalotán viszont éppen a közeli Velencei-hegységi gránit nagyobb Mo-, Be- és P-tartalmának megfelelően a Mo, Be és P viszonylag több.

Pliocén barnakőszén. Érdekes, de érthető paradoxonja hazai kőszénismereteinknek, hogy legkevesebbet tudunk a korban és a felszínhez térben hozzánk legközelebbi pliocén barnaszéneinkről: ezek ugyanis kicsiny fűtőértékük és többnyire kevésbé széntállandó, nehezebben bányászható jellegük miatt közelebbi kutatásra eddig legkevésbé kerültek. Biztosnak tekinthető A+B+C kategóriájú összes kőszénkészletünknek 11,2%-ára rúgnak, ami azonban fűtőértékre átszámítva sokkal kisebb mennyiséget jelent. Azonban a kategórián kívüli lehetségesként feltételezett készleteket tekintetbe véve, súlymenyiségük az egész hazai készletnek csaknem 40%-a, vagyis a pliocén barnaszén a jövő egyik hatalmas hazai tartalékának tekinthető.

Legfontosabb pliocén barnakőszén-területek a Mátraalja, a Bükkalja és Nyugatmagyarország (Torony stb.), amelyek közül jelenleg csak a mátraaljai Petőfibánya szolgálja népgazdaságunkat. Fiatal koruknak megfelelően többnyire csak a lágy, sőt gyakran csak a földesbarnaszén-állapotban vannak, Petőfibányán pl. 53,5% körüli C_{CHO} körüli értékkel, 2000—3000 kalória körüli fűtőértékkel, többnyire 30—40%-os nedvességtartalommal és többnyire 15—25%-os jelentékeny hamu- és 2—3% kén-tartalommal. A nagy víztartalomhoz képest 2—3%-os kén némi félkarsztos jellegre utal, ami onnan érthető, hogy a pliocén előtt sok, ma már részben lepusztult mészkő (szarmata és lajtamészkő) képződött a medence-peremeken. Részben xilites szerkezetűek és túlnyomóan láperdői és sekélyebb-lápi tőzegiszap eredetűek. A tenger egyidejű visszahúzódása

a talajvízszint esésével, a lápok gyakori kiszáradásával járt, ami a pliocén barnaköszeneink minőségét rontó gyakori fuzitképződésben nyilvánul (tőzeg-égés!). Ugyanakkor azonban a gyors üledékfelhalmozódás a liptobiolitosodást rendszerint megakadályozta.

Nyomelemek tekintetében eddig egyedül néhány petőfibányai minta került vizsgálatra, ahol feltűnik a feltételezhetően a közeli Gyöngyösorosi ércvidékről származó nagy Pb-tartalom mellett a Mo jelentősége, ami egy még ismeretlen, talán az Alföldön eltakart szomszédos savanyú magmatit-tömegre utalhat. Ni, Cr is viszonylag bőven található e barnaszénben.

A közvetlen feladatok összefoglalása. Az elmondottakból kitűnik, hogy fekete- és barnaköszeneink kérdéseit általánosítani nem lehet. Nincs még egy ország, ahol ilyen kis területen belül annyira változatos, eredet, átalakulásmód és technológiai sajátosságok szerint annyira különböző kőszénfajta lenne termelhető, mint nálunk. Aligha van tehát ország, ahol az önálló utakon járni tudó kőszéntudományokra nagyobb szükség volna.

Közvetlen legsürgősebb feladat: a mennyiségi termelés elősegítésén kívül a kohókoksztól igénylő nagyipar szükségleteit minél nagyobb mértékben hazai kőszénből kielégíteni. Ehhez egyrészt szükséges, hogy alaposan megvizsgálattassanak a barnaköszénkokszolás már eddig éppen hazánkban kimutatott elméleti alapjai segítségével, hogy elsősorban a legnagyobb és egyébként rosszul felhasználható borsodi barnaköszéntömegből előállítható kokszfajták, vagy hasonló termékek hogyan használhatók fel legnagyobb hatásfokkal kohókokszt adalékanyagként. Ebben a tekintetben további közvetlen nagyobb kőszénkőzettani feladat pillanatnyilag nincs. Legfeljebb még a hidasi barnaköszén lesz tanulmányozandó kokszt-keverékanyag szempontjából is.

A kohókokszt kérdésben másik főfeladat a mecsekvidéki liász kőszén kokszosításával kapcsolatos. Ez részben a területileg rendkívül ingadozó mértékben közvetlenül kokszosítható kőszén kérdéseinek tisztázását igényli. E tekintetben első feladat a kokszolhatóság változása eredetének, várható általános képének kiderítése, amihez a kőszénkőzettani rendszeres vizsgálat nyújthat elsősorban segítséget. A másik feladat e tekintetben annak tisztázása, hogyan lehet a szovjet módszerek nyomán nálunk is a mosott, illetve kőzettani elegyrészeire szétválasztott kőszénosztályok megfelelő kiválasztásával és keverésével az önmagában nem, vagy alig kokszolható kőszének anyagát részben jól sülő kohókokszt gyártására, vagy annak mennyiségi növelésére felhasználni. (Vizsgálendő, vajjon barnaköszeneink különböző fajsúlyú osztályai, pl. egyes eocén kőszének könnyű oxinitmentes részei, nem lennének-e a kokszosításban ugyancsak értékesíthetők.) Kétségtelen lényeges segítséget ad majd e tekintetben is a szénkőzettani vizsgálat. Ennek kapcsán ezenfelül a liász kőszén továbbkutatását és bányászatát nagy mértékben elősegítő telepazonosítás kérdése előrevitelét is reméljük.

Természetesen a kohókorsz kérdéseinek közvetlen üzemi megoldása kőszéntechnológiai feladat, a vaskohászat hajlékony és önálló utaktól sem visszariadó együttműködésével.

Csak a közelebbi szakommal kapcsolatos legsürgősebb feladatokat emeltem ki. De nem kétséges, hogy a magyar fekete- és barnakőszén a legkülönbözőbb tudományágak együttműködésének egyik legtermékenyebb talaja és így népgazdaságunk, országunk szocialista továbbépítéséhez hazai kutatóinknak a leghatalmasabb lehetőségeket nyújtja.

HOZZÁSZÓLÁSOK

VAJK ARTUR

Szádeczky-Kardoss Elemér akadémikus a geológus szemszögéből szabta meg a bányák műszaki értelmiségi dolgozóinak feladatait a szénnek, mint a nehézipar és a vegyipar alapanyagának és egyes fontos hasznosítható nehézfémek alapanyagának minőségi termelésével kapcsolatban. A közelmúltban megjelent *Szénkőzettan*-a a szénprobléma genetikai, geokémiai, kémiai és petrográfiai vonatkozásait számos gyakorlati utalás kapcsán bocsátotta rendelkezésünkre. Ez logikus következménye annak, hogy a mennyiségi fejlesztéssel párhuzamosan kell haladnia a minőségi termelésnek. E tekintetben a fejlődésnek megkülönböztetett irányt tűzött ki a Szovjetunió Kommunista Pártjának XIX. Kongresszusa, mely a következő öt éves tervre a száraz és nedves szénelőkészítésnek a hamumentesítést meghaladó és súllyal a kokszolásra való szelektív előkészítést célzó hatalmas méretű mosóműveit irányozza elő. Ennek előfeltétele az érintett kőszeneket alkotó sávféleségek kőszénelegyrészeinek megismerése, a kokszosításban, brikettezésben, lepárlásban jelentkező előnyök és hátrányok jelentőségének tisztázása és annak a technológiának a kidolgozása, mellyel az elegyrészeknek a mosott termékben való arányát biztosítani lehet.

Az előadás egyelőre általában a liász szénekre, továbbá az egercsehi, királdi, nagybátönyvidéki és a sajóparti szénekre tereli a figyelmet a kokszolhatóság szempontjából és a nagy kátránytartalmú dunántúli eocén szénekre a vegyipar szempontjából. A kokszolás és lepárlás elméleti és technológiai kérdéseinek kimunkálása, a Vegyipari Minisztérium alá tartozó intézetek és intézmények feladata, de a szükséges igényeket kielégítő szénminőségek megállapítása, a szén termelése, mosása a bányászat feladatkörébe tartozik. Mosás alatt nem csupán a hamu csökkentése, hanem az előnyös elegyrészek, főleg huminitek dúsítása, a hátrányosak, oxinitok kiküszöbölése értendő. Ez elérhető egyes fajsúlyfrakciók és egyes szemnagyságsztyályok kiküszöbölésével és a megoldás technológiájához nehézsuszpenzió és nedves mechanikai ülepítés, légszérelés, sőt flotálás és differenciális törés alkalmazása is szükséges. A flotálásnál a termékeknek a flotáció különböző időszakában való elkülönítése, az ú. n. kinetikai flotálás vezet célhoz, melyre vonatkozólag a Szovjetunió legújabb műszaki irodalma nyújt nagy segítséget.

Ezen eljárások kidolgozása nálunk is megindult, de eredményre csak úgy vezethet, ha a mosandó és mosott termékek közetalkotó elegyrészeinek vizsgálatával párhuzamosan történik. Az előadó közölte, hogy az ezirányú kooperáció a Tudományegyetem Ásvány- és Kőzettani Intézete és a Bányászati Kutató Intézet között létrejött. A kokszolhatóság megismerésének alap kutatásai azonban csak a kezdet kezdetén vannak és e tekintetben a Csehszlovák-Magyar Együttműködés keretében kívánjuk itthon is bevezetni a szén sülőképesség-megállapítására, plasztometriájára, dilatometriájára, duzzadási nyomására szolgáló műszereket és módszereket. A bányatermékeknek kívánatos osztályozása és térképelése céljából megállapítandók a sülőkőféleségek regionális, telepek sorrendjében való és telepeken belüli változatai, mely vonatkozásban a Magyar Tudományos Akadémia szénelőkészítési és szénkataszter munkabizottságának feladata a szükséges segítség nyújtása, szoros együttműködés-

ben a Bánya- és Energiaügyi Minisztérium Szénminőségi Osztályával. Az elvégzett vizsgálatok eredményeképpen a mosóberendezések eddigi tervezési módja helyett oly mosóberendezések lesznek tervezendők, melyek a kívánt igényekkel számot vetnek. E tekintetben hazai viszonylatban erősen fel kell készülnünk az igények rohamos emelkedésére. Felmérve a bányászati koncentráció közeljövőben felmerülő szénelőkészítési igényeit, közel 100 db légszérre és közel 50 db, részben nehézszuszpanziós, részben pneumatikus ülepítőgépre van szükség, azok levegő és vízvezetéki, szivattyú és ventilátor, porleválasztó, hidrociklon és flotációs kiegészítése kapcsán. Sürgősen meg kell teremteni az ezek tervezéséhez, gyártásához szükséges szerveket, és úgy a tudományos kutatás, mint a tervezés vonalán jelentős számú káderutánpótlás kiképzéséről kell gondoskodni.

Az előadás azon paraméterek ismertetése kapcsán, melyek a kokszolhatóságot befolyásolják, foglalkozott a szénhez kötött kén szerepével is. Itt szabadjon a figyelmet arra a közelmúltban tett megállapításunkra felhívni, hogy a liász szenek kéntartalma az eddigi felfogással szemben, mely szerint azoknak $\frac{2}{3}$ -része organikus, tehát mosással el nem különíthető, — ténylegesen cca $\frac{2}{3}$ -piritkén és csupán 1% körüli organikus kötöttkén. Különösen figyelemre méltó a finom liász kőszén szételérésénél keletkezett meddőnek 2,96 fajsúlya, mely a piritkénben való dúsulásra utal. Törekednünk kell ezen megállapításokat szélesebbkörű vizsgálatokkal alátámasztani, mert helytállás esetén a hazai vegyipar számára jelentős piritmennyiség biztosítható.

Érdeklődéssel figyeljük Szádeczky akadémikusnak a kőszének hamujában nyomelemekként található, hasznosítható nehézfémekre vonatkozó közléseit. Ezek dúsításának, gazdaságos kihozatalának kérdése ugyancsak bányászati feladat és szeretnők, ha minél hamarabb megállapítható lenne a munkának a bányászatot illető feladata. Itt szabadjon a figyelmet felhívni arra, hogy míg pl. a V és Ti mint egyéb ásványi előkészítő processzusok pl. a timföldgyártás figyelemre méltó dúsulási terméke, valószínűtlenné teszi a szénsalakban található ezen nyomelemek gazdaságos értékesítési lehetőségét, addig pl. a Ge, mint a híradástechnika műszereinek, szerelvényeinek korszerű anyaga, és a Ga mint az atomfizika jelentős anyaga, figyelemre méltó.

Nehéziparunk nagyütemű fejlesztésével kapcsolatban a szénbányászat számára újabb döntő feladatok jelentkeznek. Ezek teljesítésének fontos feltétele a tudományos kutatásnak a gyakorlattal való szoros kapcsolata. Szádeczky akadémikus szénkőzettani és szénkémiái tanulmányai alapján mai előadásában megjelölte a bányászati tudományos kutatás feladatait, melyek megvalósítása a kokszolási probléma megoldásának feltétele. Kötelességünknek tartjuk, hogy az együttműködésben reánk háruló feladatokat ütemesen és maradék nélkül teljesítsük.

ESZTÓ PÉTER

Szádeczky professzor kimerítő és részletesen indokolt előadásában feltárta azokat a problémákat, amelyeknek megoldását fogják elősegíteni a folyamatban levő és még tervbe vett kőszénkőzettani vizsgálatok.

A felmerült problémákkal kapcsolatban felemlítem, hogy értesülésem szerint vagy 20 évvel ezelőtt kőszéntekológiai kérdések tisztázásával

kapcsolatban egy német professzor vizsgálta a szorospataki szenet. Állítólag szemenként válogatta ki a nyers szénből a tiszta kis szénzemcséket és megállapította, hogy az így kiválogatott tiszta szén jellegében nagyon hasonlít a Ruhrvidéki karbonszénhez, fűtőértéke állítólag 7000 kal. körül volt.

Amennyiben ez a — nem szakmai, de kereskedelmi oldalról kapott — értesülésem fedi a valóságot, úgy foglalkozni lehetne a délnógrádi széneknek ipari célra való feldolgozásával is. Véleményem szerint tehát szóba jöhetne a délnógrádi széneknek részletes kőszénpetrográfiai vizsgálata, mielőtt kimondanók, hogy »a délnógrádi barnakőszén rossz tárolhatósága miatt nagy erőművekben kerüljön azonnali feldolgozásra.«

Szádeczky professzor továbbá főképpen a hazai kőszénnek azon kőszénkőzettani tulajdonságaira mutatott rá, amelyek a kőszénteknológia és az ipari felhasználás szempontjából érdekesek és értékesek. A bányaművelési szempontok közül csakis a liászkorú széntelepek azonosításának már vagy 15 éve vajdó kérdését vetette fel. Pedig bányaművelési szempontból a legtöbb mecseki bányánál igen fontos, mondhatni súlyponti feladat a metángáz-kitörések jelenségeinek és a metán előzetes lecsapolási lehetőségének tisztázása.

Úgy hazai, mint szovjet és egyéb külföldi tapasztalatokból tudjuk, hogy a metángáz-kitörések csak bizonyos mélységen, átlag 200 m-en alul kezdenek mutatkozni és hogy a gázkitörés veszélye a mélységbe haladva fokozódik. Minthogy pedig a többé-kevésbé képlékeny üledékes kőzeteknek, tehát a széntelepeknek is, pórustérfogata a mélységgel változik, kézenfekvő annak feltételezése, hogy lehetséges, sőt valószínű valami összefüggés a gázkitörésre való hajlam és a gázos széntelepek pórustérfogata vagy mikrostruktúrája vagy egyéb kőzettani tulajdonságai között. A metángázkitörések továbbá nemcsak a széntelepek tektonikailag erősen igénybe vett helyein, tehát a vetők, flexurák, áttolások közelében mutatkoztak, hanem a széntelepeknek zavar-talan településűnek látszó helyein is, még pedig egészen szertelenül, szabálytalanul. Utóbbi gázkitörések újabb vizsgálatok szerint valószínűleg a bányaműveletek folyamán kiváltott és a széntelep belsejébe áthárított másodlagos nyomás, tehát feszültségnövekedés hatására keletkeznek. Itt is felmerül a kérdés, hogy miért jelentkeznek a gázkitörések szabálytalanul, csak egyes helyeken, holott az egyenletesen előre haladó bányaműveletek mindig egyforma feszültségnövekedést idéznek elő. Ezért is kézenfekvő annak feltételezése, hogy a gázkitörések helyét valami jellegzetes pórustérfogat, szerkezet vagy más kőszénkőzettani tulajdonság jellemzi.

Fontos ennek az ismerete nemcsak a gázkitörés veszélyére való felkészülés érdekében, de különösen az előzetes gázlecsapolás szempontjából. Lehetséges tehát, hogy a pórustérfogat, a permeabilitás vagy más tulajdonság a szénbányászat gázvédelmében éppoly fontos jelentőséghez juthat a jövőben, mint jelenleg az olajbányászat termelési problémáinál.

Véleményem szerint tehát ilyen irányban is kellene végezni mérésekkel kapcsolatos mikrostruktúrai és kőszénkőzettani vizsgálatokat a liászkorú széntelepeken. Valószínű, hogy a kérdéseknek ily irányú tisztázása elősegíti a gázvédelmet, növeli a biztonságot és lehetővé teszi a bányászati munkák meggyorsítását, ami pedig éppen feketekőszén-termelésünk jelentékeny növelése érdekében nagyon is kívánatos.

TAKÁCS PÁL

Szádeczky professzor előadása nekünk, fiatal széntekológusoknak utat mutat. Nem száraz rendelet-jellegű alakban, hanem dialektikusan, a tényeket és feladatokat szembeállítva jelöli meg azt a módot, mely szerint eljárnunk kell, hogy teljesíthessük az öt éves terv hatalmas célkitűzéseit. Előadását hallgatva, újból rá kellett döbennem az értekezleteken és megbeszéléseken már számtalanszor megállapított tényre, hogy a szénkémiai alap kutatásokban nagyon el vagyunk maradva, de a meglévő és sok tekintetben igen eredményes technológiai kutatásokat sem használjuk minden tekintetben fel. *Szádeczky* előadása újszólván csak maga, tanítványai és közvetlen munkatársai eredményeit ismertette, mert mindaz, amit e területen ezenkívül csináltak, azt asztalfiókokban, vagy legjobb esetben irattárban tárolják s ha egy feladat megoldása felmerül, a kutató kezdheti előlről.

Úgy vélem, itt a legfőbb ideje, hogy kilépjünk ebből az elzárkózottságból, annál is inkább, mert az OT és az illetékes minisztériumok, elsősorban a VIM kezdeményezésére igen széleskörű széntekológiai kutatómunka indult meg. Meg kell tehát teremtenünk az együttműködést a kérdéssel foglalkozó összes tudományos és ipari intézmények között. Erre van lehetőség, példa rá *Szádeczky* tanszékének együttműködése a komlói vizsgálatok terén a bányával és kutatóintézetekkel és az Akadémia széntekológiai szakbizottságának NEVIKI kezdeményezésére megalakult szénkataszter munkabizottsága, mely már megkezdte a szénkataszter-jellegű hazai kutatások koordinálását. Ezt a munkát azonban tovább kell fejleszteni és meg kell teremtenünk a legszorosabb együttműködést mind az elméleti, mind a technológiai kutatásban is és hozzáférhetővé kell tenni az eddig elért eredményeket.

VADÁSZ ELEMÉR akad.

Szádeczky akadémikus kartársunk kimerítő áttekintést adott hazai kőszénfajtáink eddig megismert változatos jellegeiről. Egyben, példaadón szemléltette a tudományos vagy elméleti vizsgálatainknak, *Hevesi* akadémikus kartársunk előadásában megadott irányelvek szerint, a termeléssel, a népgazdasági igények tekintetbe vételével való kapcsolását is. Kitűnik ebből, hogy akadémiai földtani munkatervünkben, a hazai kőszénföldtani, szénkőzettani és geokémiai vizsgálatokat központi témául tekintjük. Erre a komplex vizsgálati irányra már a három éves terv során elindultunk s az öt éves tervünkben, egyéb feladataink végzése mellett, sok tekintetben jelentős eredményekre jutottunk. Az idevágó kérdések állandó figyélésével, legutóbbi Földtani Bizottsági ülésünk Komlón létesítendő ipari kőszénkutató laboratórium felállítását javasolta. Az elhangzottakból világosan kitűnik, hogy kőszénfajtáink keletkezési viszonyai szabják meg azok különböző tulajdonságait és felhasználhatóságuk jellegét. Ezek ismeretével haladhatnak a technológiai vizsgálatok s ahhoz kell igazodni a bányászati műveleteknek is. Nagy általánosságban, ezen a vonalon is nagyon sokat fejlődöttünk, egyes kérdésekben (kocszosítás) előbbre jutottunk. A legnehezebb feladat, ipari fejlődésünk mai hatalmas lendületében csaknem teljesen lehetetlen, mindezeknek a vizsgálatoknak időrendi kapcsolatba hozása, azaz egyidejű, az ipari kívánalomhoz igazított megoldása. A kőszén esetében, a kidolgozott felhasználási módok szerinti üzemek tervezése, sőt felépítése is könnyebb, mint a hozzávaló megfelelő kőszénfajták bányászati feltárásának

és mennyiségi termelésének felfejlesztése. Ezekre az időzítésekre kormányzati szerveink gondot fordítanak ugyan, csaknem lehetetlen mégis, hogy egyik vagy másik vizsgálati irányban vagy megoldásban lemaradás ne történjék. Ilyen nehézségek természetesen nem gátolhatják a tervek végrehajtását. A tudományok történetében nagyon sok példa van arra, hogy a gyakorlati megoldás megelőzi az elméletet, vagy menetközben új megoldásokra jut.

Nagyjelentőségű, egészen új lehetőségekre mutatnak a kőszén geokémiai nyomelem-vizsgálatai. Érdeemes megemlíteni, hogy itt a nyomelemek származási kérdése egyelőre még csak az imént mondottak értelmében, előreszaladt tudományos lehetőség, ami még földtanilag sok ismeretlent és ellentmondást is tartalmaz. A különbség azonban abban van, hogy itt az esetleges felhasználást a származás, a keletkezés kérdése egyelőre nem befolyásolja. A nyomelemek mennyiségi kihazatala az ipari lehetőségek irányítója.

Mindent összefoglalva, *Szádeczky* akadémikus összefoglaló beszámolója világosan jelzi a szovjet módszerek helyes alkalmazását és további teendőinket. Egyben szemlélteti az Akadémiai Geokémiai-Földtani Tudományos Kutató Intézet szükségét és létjogosultságát is.



A VILLAMOSENERGIA-GAZDÁLKODÁS NÉHÁNY KÉRDÉSE 10 ÉVES VILLAMOSÍTÁSI TERVÜNKBEN

KOVÁCS K. PÁL lev. tag

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályán működő Energetikai Főbizottság és a hozzátartozó kalorikus és villamos szakbizottságok feladata, hogy villamos és kalorikus energiagazdálkodásunk legfontosabb elvi és tudományos kérdéseit irányítsa és megoldáshoz segítse. Ezek a tudományos és elvi kérdések szorosan igazodnak a népgazdaság öt- és tízéves terveihez, amiért helyesnek látszik e terveknek villamosenergia-fejlesztésre vonatkozó fő célkitűzésein keresztül feladatainkat végigtekinteni.

A villamosenergia termelését az 1954. évre kb. 6000 millió kWó-ban, az 1959. évre kb. 12 000 millió kWó-ban irányozzák elő. A fejlődésnek ez a — korábban elképzelhetetlen — üteme nagy feladatok elé állítja erőműveink és erőműrendszerünk, elosztóhálózataink alkotóit és építőit.

a) *Villamosenergia-termelés*

Mintegy hazánkban továbbra is döntően a szénre alapozott kalorikus kondenzációs erőműveknek van legnagyobb jelentőségük, ezért e művek létesítésének érdekében kell a legnagyobb erőfeszítéseket tennünk. A jelenleg már működő két legnagyobb új szénbánya erőművünk a Mátra és November 7 (Inota) lignitbányára települt. E bányászatoknál a szén egységnyi fűtőértékére vonatkozó önköltségnek rendkívül nagy értékei egyre inkább meggyőzték gazdasági vezetőinket, hogy egyelőre a szükséges gyors fejlődés biztosítására nem célszerű az efajta — egyébként nagyszabású — szénvagyonnak kiaknázása, hanem minden erővel a jobbminőségű barnaszénnek és kőszénnek osztályozásánál, mosásánál vagy szérelésénél kapott, másutt el nem égethető szénfélésegeket kell erőműveinkben eltüzelni. A fentemlített két erőművön kívül tervezés és építés alatt álló kazincbarcikai és a Sztálin-vasműben épülő, valamint további erőműveink kifejezetten ilyen szénfélésegek eltüzelését teszik lehetővé.

Bár az a gondolat, hogy az erőműteljesítmények szükséges gyors fejlődésének biztosítására átmenetileg a jobb minőségű szenek feltárását kell fokozni, többek részéről már évekkal ezelőtt felmerült és akkor elég heves ellenzést is váltott ki, hangsúlyozni kell, hogy ez az út csak szükségmegoldásnak tekinthető.

A népgazdaság távolabbi érdekeit szem előtt tartva a jövőben a gyengeminőségű lignitek felhasználására — miként a Szovjetunióban is — a legnagyobb gondot kell fordítani és a szükséges előkészületeket idejében meg kell tenni.

Az ipar fejlesztésének keretében egyre több oly ipartelepet kell üzembe helyezni, amely nagy gőzfogyasztó, de gondoskodni kell új, szocialista városaink távfűtéséről. Távfűtéssel kívánjuk ellátni Budapest egyes részeit is. E nagymértékű gőz vagy melegvíz termelését két módon oldhatjuk meg. Vagy tiszta ellennyomású ipari erőművekkel vagy kondenzációs megcsapolásos erőművekkel. Mindkét megoldásnak vannak előnyei és hátrányai.

A tiszta ellennyomás előnyösebb jobb hatásfoka miatt, de kevésbé rugalmas, különösen akkor, ha az ipari terveken még változtatni kell oly időben, amikor a hőszolgáltató erőmű építése már megindult és a tervek módosítása már csak nehezen valósítható meg. Ezenkívül a fűtési idény megszűntével az ellennyomásos fűtőerőmű nem szolgáltat energiát.

Ezzel szemben az elvételes kondenzációs erőművek könnyebben alkalmazkodnak az esetleg változott követelményekhez, mert hiszen a kondenzációs üzemben termelt energia arányát az elvétellel termelthez képest könnyen lehet változtatni. A berendezéseket nyáron át is ki lehet használni. Viszont a megcsapolásos gőzelvétel hatásfoka rosszabb, mint a tiszta ellennyomásos gépeké. Az ipari erőmű kiválasztásánál e kérdések nincsenek végérvényesen tisztázva és jelen nagygyűlésünkön két előadás — *Heller* és *Lévai* kartársak tanulmányai — többek között e kérdéscsoportot is felölelik. Mindenesetre szükséges megjegyezni, hogy a Szovjetunióban az elvételes kondenzációs megoldást szabványosították, éppen nagyobb tervezési és üzemi rugalmassága miatt.

Az erőműberendezéseket tekintve, a fejlődés hazánkban is — a külföldi gyakorlathoz hasonlóan — a nagyobb kazánnyomás és nagyobb egységteljesítmény irányában halad. A kazánnyomásban a 100 légkör; kazáneljesítményben a kb. 200 t/óra gőzteljesítmény kazánonként; a gépegységek tekintetében az 50 MW-os gépek használata a kitűzött cél.

E helyen is fel kell hívni a figyelmet erőműgyártó iparunk viszonylagos elmaradottságára. Nincs még komoly kazángyárunk, kazándobok készítésére egyelőre még nem rendezkedtünk be, bár a tervek már készen vannak. Az első hazai gyártmányú 50 MW-os turbinák és főként a generátorok gyártási lehetőségei, a gyártandó típusok megállapítása távolról sem befejezett. E tekintetben a Szovjetuniótól és a Csehszlovák Népköztársaságtól minden támogatást megkapunk a dokumentációs anyagok és gyártási tervek rendelkezésrehozásával. E feladatok megoldatlansága azonban nem lehet gátja a hatalmas fejlődésben levő energiarendszer létesítésének. Ezért kellett mind az első öt éves tervben, mind a tízéves villamosítási tervek keretében messzemenően támaszkodnunk e baráti államok szállításaira is. A Magyar Tudományos Akadémia Energia Főbizottsága irányításával a II. sz. kalorikus szakbizottság *Lévai* András

kartárs vezetésével számos olyan nagyjelentőségű gyakorlati javaslatot dolgozott ki és terjesztett kormányzatunk elé, amelyek főként a kazánkérdés tekintetében alkalmasak a nehézségek leküzdésére. De az Akadémia más bizottságai részéről is szükséges a felmerült kérdések alapos megvitatása. Így elsősorban a kazánacélok hazai ötvözőanyagainak kísérleti megállapítását és specifikációját várjuk e bizottságok akadémikusaitól és szakértőitől.

b) *A villamosenergia átvitele és elosztása*

A villamosenergia szétesztásának, a kooperációs hálózat kérdésének több alapvető kérdését megvittuk és megoldáshoz segítettük. Ezek között a szigetelési szintek koordinációja és a 200 kV hazai alkalmazásának kérdései a legfontosabbak. Mint ismeretes, *Ratkovszky* Ferenc javaslatára a korábbi 100 kV-ról 120 kV-ra növeltük kooperációs hálózataink feszültségét. Ez a lépés többszázmilliósi beruházási megtakarítást jelent az ugyanazon a távvezetéken átvihető, 44%-kal nagyobb teljesítmény következtében. A kiterjedt 120 kV-os hálózat építése felvetette azt a kérdést, hogy tekintettel az egyre növekvő rövidzárlati teljesítményekre, milyen erősen hu rkoljuk hálózatainkat. A jelenleg rendelkezésre álló 120 kV-os megszakítók, amelyeket a *Klement Gottwald Villamosági Gyár (Ganz)* gyárt, legfeljebb 2500 MVA lekapcsolási teljesítményre használhatók és ezért némi biztonság kedvéért inkább ezen érték alatt kell maradnunk. Hasonlóan határolják a megengedhető rövidzárlati teljesítményeket a közvetlenül földelt nullapontú hálózatban a megnövekedett, 10 000 A-t is meghaladó földrövidzárlati áramok. Mindezeknek a szempontoknak figyelembe vételével, az Akadémiai Energetikai Főbizottság állást foglalt az országos kooperációs hálózatnak három nagy körzettel történő szétesztására, olyan módon, hogy a körzetek csak lazább, kb. 120—150 MVA teljesítményű összekötő távvezetékkel kapcsolódjanak egymáshoz. A három — a tízéves terv végén — egyenként 700—800 MVA teljesítményű körzet mindegyike ellátja a saját ipari és egyéb fogyasztását és a kooperációs távvezeték csak azokban a ritkán előforduló esetekben kell, amikor a körzetben a teljesítmény nagyobb fokú kiesése következne be.

Hazánkban az egyes erőművek között nem nagyok a távolságok, ezért egyik erőműtől a másikig 100—150 MW átvitele 120 kV-on sem okozhat komoly gondot, feltéve, hogy a megfelelő távvezeték rendelkezésre áll. Ez a körülmény, valamint a komoly gyáripari kapacitást igénylő 200 kV-os berendezések nagy beruházási költségei, végül és nem utolsósorban az a körülmény, hogy a 200 kV alkalmazása a fenti okokból különösebb műszaki előnyt nem jelent, alapos megfontolás után ahhoz a megállapításhoz vezetett, miszerint a második öt éves terv során legfeljebb a külföldi együttműködéssel kapcsolatban kell a 200 kV kérdésével foglalkoznunk. Az erre vonatkozó vizsgálatokról *Szendy Károly* kartárs fog a nagygyűlésünkön beszámolni.

Az elosztó hálózatok tekintetében állást foglaltunk a 60 kV-os vezetékek földelési kérdésében. E hálózatrészeknek közvetlen nullapont földelését határoztuk el, a hálózati feszültségnek egyidejűleg 66 kV-ra való növelésével. Ennek következtében a hálózat teljesítménye több, mint 20%-kal fokozható volt. A kérdés vizsgálatában a VKB végzett igen értékes munkát.

Foglalkoztunk a szigetelési szintek koordinálásának nagyfontosságú kérdésével, aminek előkészítését a VKB és a Szabványügyi Hivatal végezték.

c) *Vízerőművek kérdése*

Az első ötéves tervben megépül a tiszalöki vízlépcső, amelynek nem annyira a villamosenergia-gazdaság, mint elsősorban az öntözés szempontjából van igen nagy népgazdasági jelentősége. Magának az építésnek azonban igen nagy a fontossága abból a szempontból, hogy ilyen nagyszabású gátszerkezet és hasonló gépészeti berendezés azelőtt hazánkban még nem készült. Ezért jövőbeli vízépítéseinél az itt szerzett tapasztalatokat bőszégesen fel tudjuk majd használni további tiszai és a dunai vízlépcsők építésénél. A tiszalöki duzzasztóművel szemben, a második ötéves tervben létesítendő nagyszabású dunai vízerőmű főként energiatermelésre épül és átlagos vízhozamú évben egymaga 800.10⁶ kWórát fog adni. Ez az energia a második ötéves terv utolsó évében előírt villamosenergia-mennyiség 6—8%-a. A dunai vízerőmű, amely az elérhető leggazdaságosabb duzzasztási szintet feltételezve, 120 MW teljesítményű lesz, sokrétű műszaki és gazdasági kérdésével egyike legérdekesebb energiagazdálkodási problémáinknak. A felmerült számos kérdés közül röviden foglalkozunk a mű gazdasági jelentőségével és értékelhető teljesítményével. A vízerőmű, amelynek teljes beruházási költsége kb. egymilliárd forint lesz, lényegesen drágább építkezés, mint egy hasonló teljesítményű gőzerőmű. Amíg ugyanis a vízerőmű egy kilowattjára eső beruházás 8—10 ezer Ft, addig a gőzerőmű egy kilowattja csak 3500—4000 Ft. Ha azonban a vízerőmű már üzembe került, attól kezdve nagyon egyszerű kezelést, kevés karbantartást és felújítást kíván, nyugodt, biztos üzemű. A vízerőmű a természetben egyébként veszendőbemenő energiát dolgozza fel és ezért kb. egymilliárd kg (330 vagón/nap) közepes minőségű szénnek bányászatát teszi feleslegessé évente, illetve lehetővé teszi e szénmennyiségnek másutt történő felhasználását.

A vízerőmű üzemét sokkal kisebb dolgozó személyzet elvégzi, mint a hasonló nagyságú gőzerőmű üzemét. A dunai vízerőművel kb. egyenlő nagyságú mátrai erőmű dolgozóinak létszáma mintegy 550 fő, amivel szemben a dunai vízerőműben legfeljebb 100—150 dolgozóra lesz szükség. Népgazdaságilag a vízerőmű üzeme hasonlíthatatlanul kedvezőbb tehát, mint a gőzerőműé és ezért, valamint az állandóan termelési gondokkal küzdő szénbányászat tehermentesítése végett, de a bányászatban és erőművekben felszabaduló dolgozók teljesítményét is figyelembe véve, a vízerőmű többletberuházása önmagában is indokolható

A népgazdaság általános szempontjából az is figyelemre méltó, hogy a vízerőmű építése főként a mélyépítési kapacitást veszi igénybe, és sokkal kevésbé a gyáripart és azon belül az amúgy is komoly fejlődési nehézségek előtt álló kazángyártást egyáltalában nem érinti. Ami a vízerőmű gépeit illeti, itt igen nagy mértékben csehszlovák és szovjet tapasztalatokra támaszkodunk, sőt a generátorokat (az erőműben 10—12 db egyenként kb. 10 000 kWó, kb. 60 ford/perc, nagy átmérőjű gépet kell felszerelni) — könnyen lehet — a baráti államokban kell majd megrendelni.

A vízerőmű gazdasági értékelésének másik, ugyancsak igen sokat vitatott kérdése az erőmű értékelhető egyenértékű teljesítménye. Más szóval az, hogy milyen nagy gőzerőművel szabad a vízerőművet egyenértékűnek tekinteni. *Lévai* András kartárs előadása főként ezekkel a kérdésekkel foglalkozik teljes általánosságban, amiért itt csak néhány alapvető kérdéssel óhajtok foglalkozni. Az alapvető kérdés, hogy folyami vízerőmű általában és így a dunai vagy tiszai vízerőmű sem tud az év folyamán állandó teljesítménnyel energiát szolgáltatni. Mint ismeretes, a vízerőmű mindenkor teljesítménye a QH szorzattal arányos, ahol a Q a mindenkor rendelkezésre álló vízmennyiség és H az ugyanabban az időben rendelkezésre álló esésmagasság. Amikor tehát kevés a víz (pl. nyár végén, a koraőszi hónapokban), akkor, bár az állandó duzzasztási szint miatt nagy az esésmagasság, az erőmű teljesítőképessége QH legnagyobb értékéhez képest csökken. Árvíznél ugyancsak csökken az erőmű teljesítőképessége olyanmire, hogy túl magas árvízszint idején folyami erőművek egyáltalában nem tudnak energiát szolgáltatni. A dunai vízerőmű esetében 50 évi átlagos vízjárás tartóssági adatait nézve, évente 10—14 olyan nap valószínű, amikor az erőmű semmi, vagy elenyészően csekély teljesítménnyel áll csak az erőműrendszer rendelkezésére. Amíg azonban olyan folyami erőműveknél, amelyek öntözőművel vannak kapcsolatban, nem döntő a villamosenergia kérdése, addig kifejezetten villamosenergia-termelő vízerőműnél távolról sem közömbös, hogy az új, nagy költséggel épülő erőmű az év bizonyos részében egyáltalában nem szolgáltat villamos teljesítményt. A kérdést úgy lehet fogalmazni, hogy akkor, ha a vízerőmű nagyobb együttműködő gőzerőműrendszer egyik tagjaként működik, mekkora gőzerőmű tartalékról kell gondoskodni ahhoz, hogy az erőműrendszerben ne legyen a teljesítményben zavar a vízerőmű teljesítményének hiánya következtében. Az erőműrendszerben a gőzerőművek meghibásodási valószínűségével jól meghatározható tartaléknak kell készülnie. Ez a tartalék természetesen kiegészíti a vízerőművet is, amelynek teljesítménye az erőműrendszer összteljesítményének a tízéves terv végén mindössze kb. 5%-a. Minél nagyobb ez a tartalék, annál nagyobb lesz a rendszerhez képest viszonylag kis teljesítményű vízerőmű értékelhető teljesítménye. A gőzerőműrendszer tartalék-színvonalának megállapítását a véletlen üzemszünetek tartamgörbéinek felhasználásával gazdasági tényezők figyelembe vételével döntenek el. Lényegében gazdasági kérdés ugyanis, hogy mi jobb :

több tartalék az erőműrendszerben, vagy számolni évente bizonyos — bár nagyon csekély — energiahiánnyal, ami ipari zavarokat és ezen keresztül gazdasági veszteséget okoz. Minthogy a vízerőmű teljesítmény-tartamgörbéje igen hasonlít a gőzerőműrendszer kényszerkiesési tartamgörbéjéhez, ezért a kétféle tartamgörbét kombinálni lehet, annak ellenére, hogy a kiesések okai a két esetben egészen mások (az egyik esetben gépek véletlen meghibásodása, a másik esetben a természetes vízjárás változásai) és ily módon sikerült az egész rendszer együttes, kiesési valószínűségi eloszlási számait megállapítani. E számítások eredménye hazai viszonyainkra vonatkoztatva azt adja, hogy a dunai vízerőmű értékelhető teljesítménye — tekintettel a gőzerőművek döntő többségére és a gőzerőművek miatt amúgyis szükséges tartalékszínvonalra — gyakorlatilag egyenlő a vízerőmű beépített teljesítményével. Ez az eredmény azért rendkívül érdekes, mert ezeknek — a valószínűségszámítás alkalmazásával kapott — eredményeknek hiányában sokan igen különbözően, inkább csak érzés alapján és sokkal kisebbre, a beépített teljesítménynek 60—70%-ára értékelték a vízerőmű teljesítményét.

A dunai vízerőmű beruházásai révén elért szénmegtakarítást összehasonlítottuk azokkal a lehetőségekkel, amelyeket nagyforgalmú vasúti vonalaink villamosításával érhetünk el. Arra az érdekes eredményre jutottunk, hogy nagyvasútaink villamosításával minden 100 millió forint beruházás segítségével kb. 20%-kal több szén lehet megtakarítani, mint amit a dunai vízerőmű energiaszolgáltatása jelent. Természetesen a két teljesítmény összehasonlítása ezen a módon elvileg nem helyes, mert hiszen a dunai vízerőmű ki nem használt energiaforrás kiaknázását teszi lehetővé, míg ugyanakkor a vasútvillamosítás éppen a szűk keresztmetszetet jelentő további gőzerőműkapacitást köt le. Feltehetőleg a kétféle létesítményt, amelyek egészen más gyári kapacitást igényelnek, egy időben lehet és kell megvalósítani.

d) Csúcskérdés

Erősen foglalkoztatja hazai energetikusainkat a csúcsterhelés kérdése. A naponként csak rövidebb ideig, néhány órán át tartó villamos csúcsigényt fedezni kell és az erőművek öszsteljesítőképességét a csúcsigény szabja meg. A csúcsteljesítmény csökkentésének módozataira e helyen nem akarunk kitérni, azokról az 1950. évi akadémiai nagygyűlésen kellő részletességgel beszámoltunk. Itt elsősorban azokról az új elgondolásokról kívánunk beszélni, amelyek a közben elmúlt időben előtérbe kerültek, de amelyeknek vizsgálatai véglegesen még nem fejeződtek be.

Elsősorban a víztározó erőmű kérdését vizsgáljuk meg. A víztározós erőművet a Duna visegrádi kanyarulatában, legcélszerűbben az ú. n. Hegyes-tetőn lehetne megépíteni. A mű lényege az, hogy a hegy tetején elhelyezett

víztározót az éjszaka rendelkezésre álló fölös villamosenergia felhasználásával a Dunából kivett vízzel a szivattyóművön át feltöltjük vízzel. Nappal a csúcsideőben a vizet turbinán keresztül beeresztjük a Dunába, mialatt a befektetett energiának mintegy 65—70%-át visszakaphatjuk. Az adott kb. 350 m-es magasság mellett a szivattyús tározómű szivattyúja és vízturbinája nem lehet ugyanaz a gép és így egy tengelyen kell a szinkron generátort (ez szivattyúüzemben a motor) a turbinát és a szivattyút elhelyezni. E hármass gép szerkezete, valamint a csúcserőmű többlet-szénfogyasztása nem indokolják minden további nélkül a tározómű megépítését. Ezzel szemben a geológiai viszonyok előnyös lehetőségeket nyújtanak a nyomócsőnek sziklába vájt aknával való helyettesítésére, de lehetővé válnék az egész szivattyú- és turbinaművet sziklába vájt gépházban elhelyezni. A már fentebb említett hátrányokkal szemben feltétlen előny még az ilyenfajta mű igen gyors, néhány perc leforgása alatt lehetséges indítása is, ami csúcstartalékok esetén sokszor döntő szempont. A víztározós csúcserőmű építési költségei lényegesen kisebbek, mint a hasonló teljesítményű gőzerőmű fajlagos beruházási költségei. Az egymásnak még ellentmondó nézetek végleges tisztázása a közeljövő feladata.

A VITI és az Energetikai Főbizottság rendkívül érdekes és fontos tanulmányokat végzett, amelyek végleges eredményeinek összeállítása most van folyamatban. A megállapítandó kérdések egyike a tározómedence befogadóképességének és ezzel az egyszeri feltöltéssel termelhető csúcskilowattórák mennyiségének meghatározása is. A csúcstározómű beépített teljesítményét illetően a legkedvezőbb értéket véglegesen ugyan még nem határozták meg, azonban az eddig végzett igen alapos tanulmányok szerint a körzetteljesítmények, a távvezetési veszteségek, a tározómű többletszénfogyasztása és beruházási költségei alapján 50 MW körüli érték látszik a legmegfelelőbbnek arra az esetre, ha a tározómű létesítése az említett hátrányok és előnyök mérlegelése alapján indokoltnak fog mutatkozni.

Heller László javaslatára foglalkoztunk egy kalorikus csúcstározó kérdésével is. E tározó, amely lényegében az ismert Ruths-tárolónak javított változata, lehetővé tenné nagyobb (pl. kelenföldi vagy hasonló) gőzerőművek kazánjainak éjszaka feleslegessé váló gőzét tárolva, a felhalmozott melegmennyiséget a nappali csúcsideőben különleges, ú. n. tárolóturbina felhasználásával az országos hálózatba visszaszolgáltatni. A szivattyús tározóműhöz hasonlóan, a kérdést a csúcsprobléma általános megoldásának keretében kell megvizsgálni és csak az összes népgazdasági vonatkozások (gyáripari kapacitás, beruházások hatékonysága stb.) alapos mérlegelésével hozhatunk döntést.

Végül megemlékezünk Geszti Ottó érdekes javaslatáról. Eszerint néhány nagy villamos kohászati fogyasztót — mint amilyen a népgazdasági terveink során nagy mértékben kiépülő ferroszilícium-kohó, műkorund-, vagy karbidgyárak — nagyobbra kell méretezni, mint azt az átlagos termelés megkövetelné. E nagy fogyasztók üzemét ez esetben úgy lehet irányítani, hogy a csúcsideőben

az átlagnál kisebb, csúcsidepon kívül az átlagnál nagyobb terheléssel járjanak. E kérdés kohászati vonatkozásait nézve, valószínű, hogy a ferroszilikium minőségét kissé rontja a változó terhelés, ellenben sem a karbid-, sem a műkorundgyártás nem érzékeny a terhelés változására. Mindenesetre ezt a javaslatot is gondosan mérlegelni kell és be kell illeszteni a csúcs-csökkentés megoldási módzatai közé.

A csúcsteljesítmény kielégítésének leírt és terveink során megvalósítandó módszerei mellett még foglalkoztunk a jelenlegi hálózati, illetve erőműviszonyaink között a téli nagy terhelések esetén mutatkozó teljesítményhiánynak perióduscsökkenéssel történő kiegyenlítésével. Ez a módszer elvileg nem helyes, mert egyenletesen sújtja az egész gyáripárt, holott egyes meghatározott, népgazdaságilag nem elsőrendűen fontos nagyobb fogyasztók vagy fogyasztó-csoportok (könnyűipar bizonyos ágai) teljes kikapcsolásával is célt lehetne érni kisebb népgazdasági kár mellett. Minthogy azonban ez a kérdés még nincs szervezetenként megoldva, viszont bizonyos esetekben határozott azonnali intézkedés szükséges, — a Villamosítási Kutatási Bizottság vonatkozó igen érdekes és kiterjedt kísérletei felhasználásával — úgy határoztunk, hogy a periódus és feszültség egyidejű csökkentését javasoljuk rendkívüli esetekben olyan módon, hogy a periódusszám legfeljebb 4%-kal és a feszültség egyidejűleg legfeljebb 8%-kal legyen csökkenthető az összes forgó tartalék igénybevétele után.

e) Gyártmányok minőségi kérdései

Iparunk rohamos fejlődése az előírt termelési számok teljesítése érdekében elsősorban a mennyiségi termelésre fektette a súlyt az utóbbi években. Ennek az lett a következménye, hogy a minőségre sokszor rendkívül kényes különböző erőművi berendezések nem feleltek meg a követelményeknek és üzemi hibáknak, üzemzavaroknak lettek okozói.

Így különösen lényegesek a nagyfeszültségű megszakítók gyártásánál, valamint feszültségszabályozók kapcsolóberendezéseinél tapasztalt hiányosságok. A minőségi hibák kiküszöbölésének munkájában közvetlenül vett részt villamos szakbizottságunk számos tagja a Klement Gottwald-gyárban megalakult gyártmányfejlesztő bizottság keretében. A minőség megjavításának folyamata megindult és remélhető, hogy további intézkedésekkel sikerül e kérdéseket nyugvópontra juttatni.

Hasonló minőségi problémák merültek fel sorozatosan az RM. Művekben gyártott kazáncsővekkel kapcsolatban. A kalorikus szakbizottság tagjai az RM. Művekben tett látogatás keretében tették meg javaslataikat, amelyeknek nyomán máris lényegesen csökkent a selejtcsőveknek a száma.

Minthogy az erőművi kényesebb berendezések és alkatrészek minőségének megjavítása sokkal kisebb áldozattal lehetséges, mint amit hibás szer-

kezetek helytelen működése a népgazdaságnak a villamosenergia kiesése miatt okoz, ezért teljesen indokolt e gyártmányokat külön minőségi gyártás keretébe helyezni, ahol többek között a mennyiségi prémiumokon kívül rendszeresítendő minőségi prémiumokkal kell a gyártmányok jóságát fokozni. Fokozni kell a MEO-val szemben támasztott követelményeket mind a nyers- és félkészanyagok átvételénél, mind a készgyártmányok kipróbálásánál. A minőségi kérdések megoldásánál a Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának az egész iparra kiterjedően még sok megoldandó feladata van.

f) *Kutatás*

A villamosenergia-ipar tudományos közelebbi és távolabbi kérdéseinek megoldásában az ipari kutató intézmények : a Villamosipari Központi Kutató Laboratórium, a Villamosítási Kutatási Bizottság, a Hőtechnikai Kutató és a Műszaki Egyetemi tanszékek állanak rendelkezésre. Ezeknek az intézeteknek munkaterveit a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya megbírálta és kiválasztotta azokat a fontos kérdéseket, amelyekkel bizottságaiban foglalkozni kívánt. További tudományos fejlődésünk szempontjából csak két fontos tárgykört kívánunk ezekből kiemelni.

A VKB-ben befejezés előtt áll a hálózati kisminta. Igen nagy várakozással tekintünk e tudományos segédeszköz üzembehelyezése elé. Mint ismeretes, a hálózati kisminta segítségével módunkban lesz az országos hálózat feszültségviszonyait, a meddőteljesítmények elosztásának és szállításának legkedvezőbb rendszerét tanulmányozni. Hasonlóan módunkban lesz majd különböző üzemműködési lehetőségek kísérleti előállítására, a zárlati áramok megállapítása és mint nagyfontosságú eredményt, a stabilitás vizsgálatát is el fogjuk végezhetni.

A modell-munka mellett nagyjelentőségű az új megszakító gyártmányok fejlesztése és a gyártott típusú megszakítók kipróbálása. E próbák céljára a VKKL vezetésével rövidzárlati próbaállomás készül. A rövidzárlati próbagenerátorok kifejlesztése a Gottwald Villamossági Gyár normálisan gyártott generátoraiból történik. A szerkesztési munka megindult és bizonyosra vehető, hogy ez az ipari és tudományos kutatás szempontjából nagyjelentőségű próbagenerátor még az 1954. évben elkészül.

Fentiekben a teljesség igénye nélkül áttekintettük azokat a legfontosabbnak tekinthető tudományos műszaki munkákat, amelyeket energiaszolgáltató iparunk, valamint villamosgépgyártó és készülékgyártó gyáraink az Akadémia segítségével és irányításával megoldottak, vagy amely problémáknak megoldása további feladatunk.



IDŐSZAKOSAN VÁLTOZÓ TELJESÍTŐKÉPESSÉGŰ ERŐMŰVEK EGYENÉRTÉKŰ TELJESÍTŐKÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

LÉVAI ANDRÁS

1. Általános rész

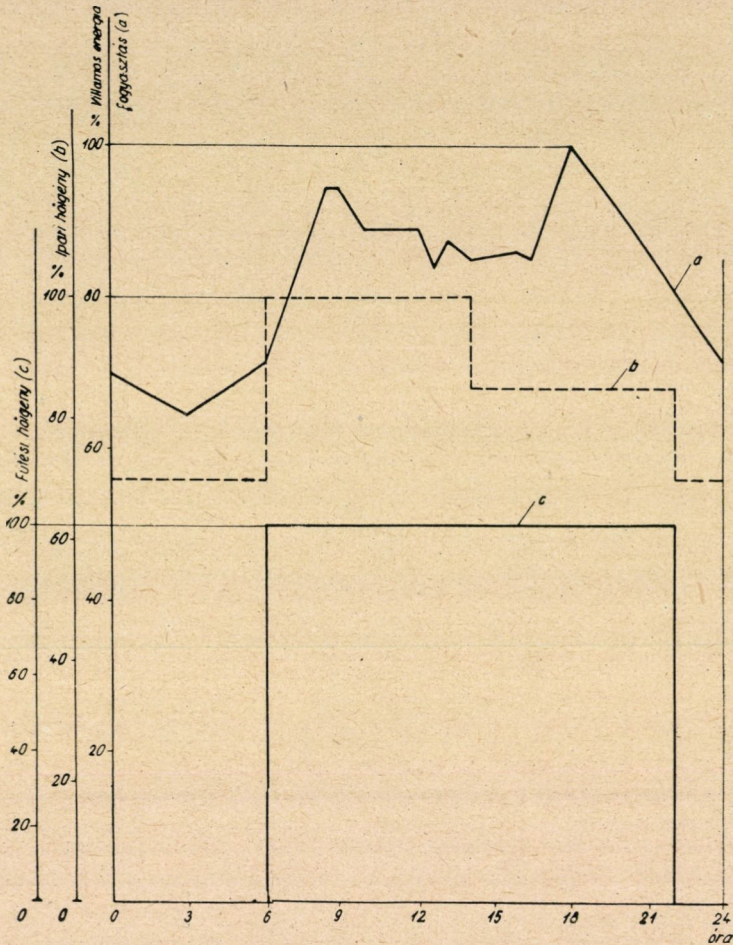
11. Az energiafogyasztás időbeni változása

Az energiát szolgáltató erőműveket nem a mai, hanem mindenkor a távlati igények kielégítésére építjük. Egy hőerőmű létesítési ideje ugyanis kb. 4 év, víz'erőművéké pedig ennél lényegesen nagyobb is lehet s ezért az együttműködő rendszer energiaigényeinek megállapításánál legalábbis jó néhány évre előre vetített terheléssel kell számolnunk. Az a határ, ameddig ilyen vizsgálatokat a megkívánt biztonsággal el lehet végezni, a népgazdasági tervezés mai körülményei között legfeljebb 7 év, úgyhogy meg kell elégednünk azzal, ha a fogyasztói rendszer terhelésének változását a következő ötéves terv végére, azaz 1959. évre számítjuk.

A villamosenergia-fogyasztás változik a nap folyamán, változik a hét különböző napjain, valamint az évszakokkal. Átlagosnak nevezhető őszi vagy tavaszi munkanapon a villamosenergiafogyasztás napi változását az 1. ábra a görbéje szemlélteti. Más évszakra eső munkanapon a terhelés az azt befolyásoló különböző fogyasztási ágak (ipar, közlekedés, világítás stb.) évszakai eltolódásai miatt másként alakul. A villamoserheléseknek az egész évre összeállított és nagyság szerint rendezett lefolyását az évi terhelési tartamdiagramm ábrázolja (2. ábra a görbe). A diagram alatti terület a fogyasztók által egy év folyamán felhasznált villamosenergiamennyiséget (E kWó/év) jelzi. (A villamosenergia-fogyasztás időbeni változását mutatja vázlatosan az 5. ábra a görbéje is.)

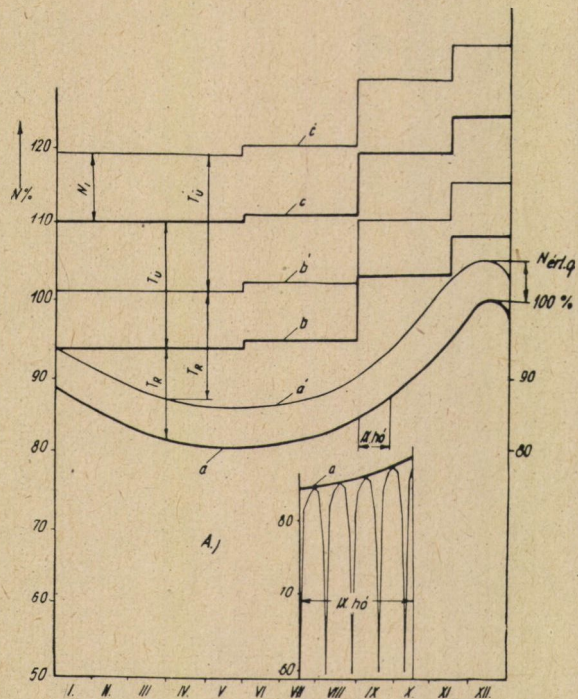
A különböző erőművek értékelésével kapcsolatban jelentősége van az év folyamán az egyes napokon mutatkozó csúcsok nagyságának. A csúcsigény változik a hét különböző napjain, a hét közepén a legnagyobb, egyéb munkanapokon valamivel, szombaton és vasárnap lényegesen kisebb. A 3. ábrán felrajzoltuk a hazai együttműködő rendszer heti legnagyobb, generátorkapcsokra átszámított terhelési csúcsainak burkológörbéjét (a görbe). Az ábrán 100% az év legjobban terhelt napjának csúcsterhelését jelzi, amely december közepe táján szokott mutatkozni. A később ismertetett számítási módszerekhez szük-

ség van a csúcsok alakulására, vagyis arra, hogy a tényleges fogyasztói terhelés hogyan közelíti meg a 3. ábrán felrajzolt csúcsburkoló görbét. Az egyes napok csúcsterhelésének a leginkább terhelte napra vonatkoztatott arányszámait statisztikai adatok szerint az év folyamán elég pontosan állandók, úgyhogy elegendő a csúcsterhelések alakulását egy hétre vizsgálni. Az egyes napi előreszámított

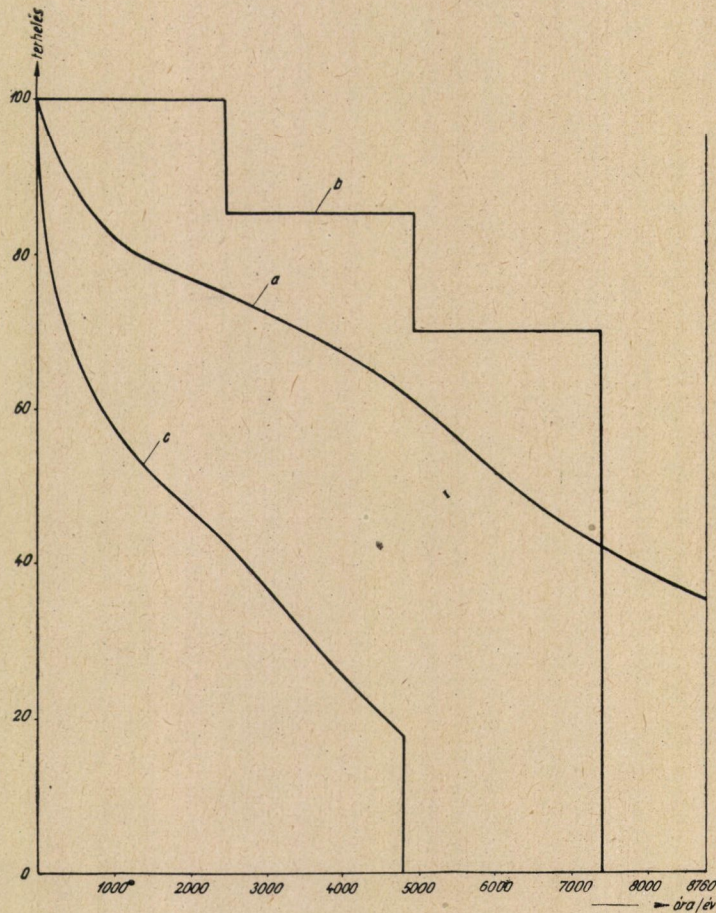


1. ábra. Villamosenergia-fogyasztás, ipari és fűtési hőigény napi diagramja.
a : villamos energia fogyasztás ; b : ipari hőigény ; c : fűtési hőigény

csúcsokat pl. szeptember hónapra a 3. ábra A) részében nagyítva megrajzoltuk. A csúcsok alakulásának vizsgálatához meg kell szerkeszteni a hét egyes napjainak terhelési diagrammait, ebből meg kell határozni a heti terhelési tartóssági diagrammot, a 4. ábrán bemutatott vázlat szerint. (A rész.) A heti terhelési tartamdiagramm csúcsának egy napra való redukálásával tehát olyan csúcs-tartóssági diagrammot kapunk, amely egyúttal a csúcsburkoló görbétől számí-

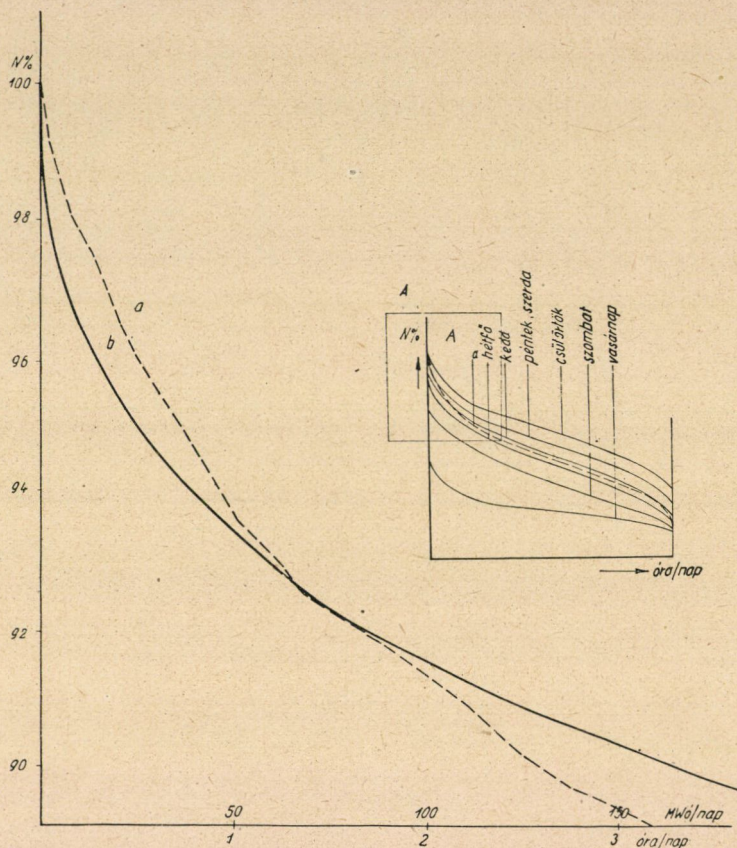


3. ábra. A teljesítőképességek és terhelések változása az év folyamán. *a*: a heti legnagyobb terhelések burkológörbéje; *b*: üzemi tartalék levonása után fennmaradó teljesítőképesség; *c*: beépített teljesítőképesség; *a*'-vel jelzett görbék új erőmű beépítése utáni állapotot jelzik



2. ábra. Évi tartóssági diagrammok. *a*: villamos energia; *b*: ipari hőigény; *c*: fűtési hőigény

tott terhelési értékek évi változásának egy napra való torzítása. (4. ábra a görbe.) A vizsgálatok szempontjából azért elegendő csak a csúcsterhelések elemzése és nem kell az egész 8760 órára megszerkesztett terhelési tartamdiagramm, mert ha a fogyasztói igények szolgáltatására nem áll elegendő erőműteljesítő-képesség rendelkezésre, akkor a korlátozás elsősorban a nagyobb terhelések

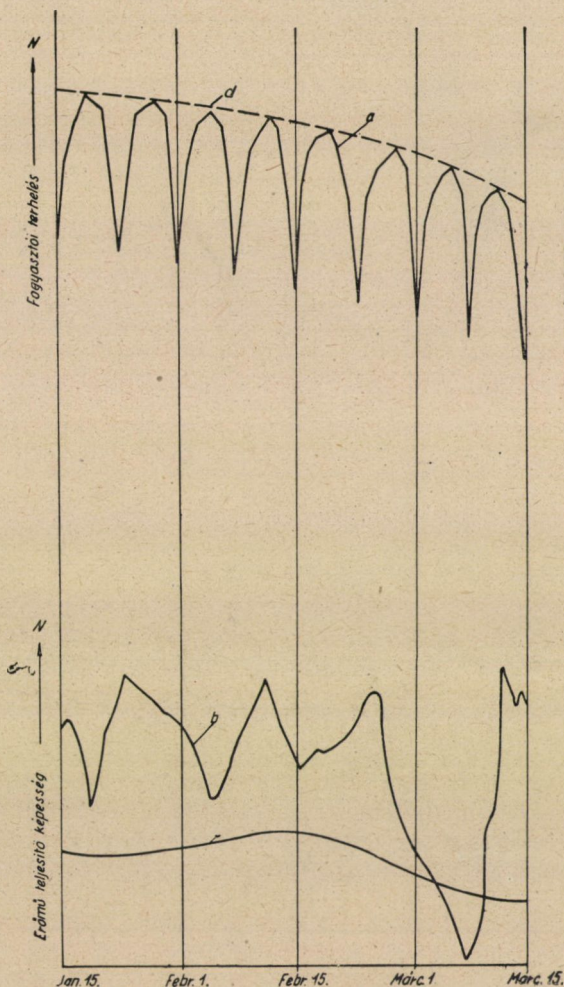


4. ábra. Csúcsterhelés tartóssági görbéje és a csúcsterhelések tartósságának integrálgörbéje az 1959. évi együttműködő erőműrendszerben. A: heti csúcsterheléstartósság szerkesztési módja; a: csúcsterhelések tartóssági görbéje; b: csúcsterhelések integrálgörbéje

időpontjában fog jelentkezni. Szükséges továbbá, hogy a napi terhelések tartamdiagrammján kívül meghatározzuk a csúcsideben szolgáltatott energia mennyiségét is, amit egyszerűen a csúcsterhelési tartamdiagrammnak a csúcsertéktől a megfelelő terhelési értékig történő integrálása útján kapunk és amelynek számzerű értékeit a 4. ábra b görbéje mutatja.

A hőenergiafogyasztás a nap folyamán szintén változik és a változás mérvére — pl. ipari gőzfogyasztás esetén — jellemző a példaképpen felrajzolt b

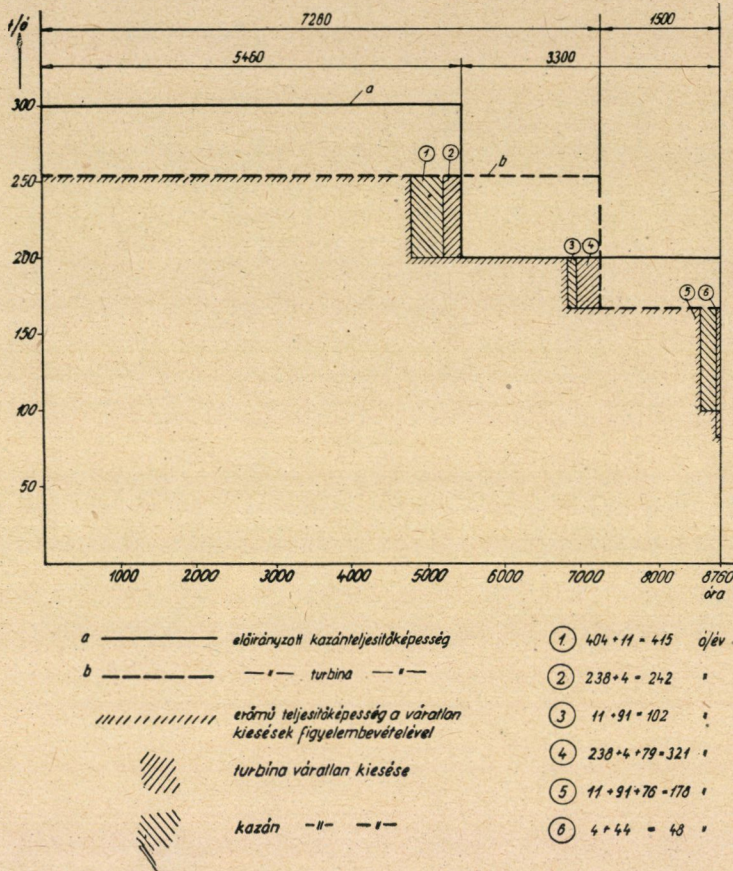
vonal az 1. ábrán. Ennek változása az év folyamán, legalábbis munkanapon, az iparművek többségénél nem lényeges, úgyhogy a gőzfogyasztás évi tartamdiagrammját a 2. ábra *b* vonala mutatja, amelynél feltételeztük, hogy munka-



5. ábra. Villamosenergia fogyasztás és erőmű teljesítőképességek változása. *a* : a napi legnagyobb terhelések burkoló görbéje ; *b* : vízerőmű rendelkezésre álló teljesítőképessége ; *c* : fűtőerőmű rendelkezésre álló teljesítőképessége ; *d* : heti legnagyobb terhelések burkológörbéje

szüneti napokon nincs ipari gőzfogyasztás. A vonal alatti terület az évente szolgáltatott ipari gőz mennyiségét (G t/év) adja. Más a helyzet azonban a fűtési hőfogyasztóknál, amelyek a hőenergiát a fűtési idényben a külső hőmérséklet függvényében, míg fűtési idényen kívül vagy egyáltalában nem, vagy legfeljebb használati melegvíz alakjában igénylik. A fűtési idény alatt is általában szaka-

szosan — 16 óra hosszat — fűtünk. (1. ábra c vonal, amelynél 100% az aznapi hőmérsékletnek megfelelő hőigényt jelzi.) A Budapestre érvényes meteorológiai adatok alapján a fűtési hőszolgáltatás évi tartamdiagramját a 2. ábrán a c



6. ábra. Erőmű üzemkészégi diagramm a váratlan kiesések figyelembevételével

vonal jelzi. A vonal alatti terület az egész évi fűtési hőszolgáltatás mennyiségét (Q 10^6 kcal/év) adja.

12. Az erőművek teljesítőképességének időbeni változása

Valamely erőmű teljesítőképessége az idő folyamán a tervszerű karbantartások és a váratlan meghibásodások következtében, valamint egyéb, időben változó okok miatt változik. Ilyen okok lehetnek pl. kondenzációs erőműveknél a hűtővíz hőmérsékletének idényszerű ingadozása, fűtő- és ipari hőszolgáltató erőműveknél a hőigény, vízerőműnél a vízhozam változása stb. Az 5. ábrán a-val

jelölt villamosenergia-igény ellátásában az egyes erőművek a mindenkori teljesítőképességük mértékéig tudnak résztvenni, pl. valamely vízerőmű a *b*-vel jelzett vonal, valamely fűtőerőmű a *c*-vel jelzett vonal szerint stb. A kooperációs rendszert úgy kell megtervezni, hogy az egyes erőművek mindenkori teljesítőképességének összege valamely időpontban elegendő legyen az abban az időben mutatózó fogyasztói terhelés biztonságos kielégítéséhez. Ha nincs meg az energiaszolgáltatás biztonsága, az népgazdasági kár okozója lehet. A kár gondos mérlegelés és statisztikai adatok alapján becsülhető. Pl. a villamosenergiaszolgáltatásban a fogyasztói korlátozás statisztikai adatok szerint 20.— Ft kárt okoz kWó-ként, ez az érték azonban, legalábbis kisebb mérvű korlátozások esetén — jelentékenyen túlbecsültnek látszik és inkább valószínű a 8—10.— Ft/kWó körüli érték. A gőzenergiaszolgáltatás kiesésére nézve hasonlóképpen lehetséges a korlátozást elszenvető iparmű termelési viszonyai alapján átlagosnak nevezhető értékeket megállapítani.

A továbbiak során számszerűleg csupán a villamosenergiakorlátozás kihatásait fogjuk követni és itt csak utalunk arra, hogy a hőenergiaszolgáltatás kiesését — megfelelő statisztikai adatgyűjtés segítségével — elvben ugyanolyan módon kell értékelni, amint azt a villamosenergia esetében tenni fogjuk.

Az erőmű teljesítőképességének változását befolyásoló tényezők szempontjából megkülönböztetést kell tenni, hogy a teljesítőképességsökkenés tervszerűen következik-e be, mint pl. a tervszerű karbantartás, vagy pedig előre nem látható, vagy csak rövid időre előre megállapítható okok miatt, mint amilyen pl. a váratlan gépmeghibásodás, a külső hőmérséklet változása, a vízerőműnél a vízhozamingadozás stb.

A tervszerű karbantartás elvégzésére a rendszerben tartott tartalék az *ú. n.* karbantartási tartalék (T_R), amelynek nagyságát a csúcsigények várható változását figyelembevéve olyan módon állapítjuk meg (3. ábra *b*-vonal), hogy az *a* és a *b* vonalak közötti terület a karbantartott teljesítőképességek és az előre számítható karbantartási idők szorzata legyen. A rendszer mindenkori együttes beépített teljesítőképességének változását a 3. ábra *c*-vonala mutatja, amely az év folyamán újonnan belépő teljesítőképességeknek megfelelően lépcsőzött. A *b* és *c* vonalak közötti távolság helyesen megépített és hibátlan üzemi erőműrendszerben a rendszer üzemi tartalékát képezi és akkora, hogy az elegendő a rendszerben előre nem látható okok miatt bekövetkező fogyasztói korlátozások elhárítására. Ezt a tartalék-teljesítőképességet elvileg két részre oszthatjuk, mégpedig a váratlan gépmeghibásodás okozta teljesítőképességsökkenések hatásának kiküszöbölésére szolgáló tartalékokra és az egyéb, időben lefolyó jelenségek okozta teljesítőképességsökkenések hatását ellensúlyozó tartalék-teljesítőképességre. Utóbbival csak kondenzációstól eltérő erőműveknél kell számolni, mert a kondenzációs erőművek teljesítőképessége a tervszerű karbantartáson és a váratlan meghibásodásokon kívül csak a hűtővíz hőmérsékletével változik, ez pedig eléggé jól előre tervezhető, emiatt tehát nem kell külön tartalékot elő-

irányozni. Ha tehát a rendszerben csak kondenzációs hőerőművek vannak, akkor a rendszer beépített össz-teljesítőképesége (3. ábra c görbe) a heti csúcsok burkológörbójénél (a görbe) a karbantartási tartalékkal (T_R) és az üzemi tartalékkal (T_U) nagyobb.

121. Az értékelhető teljesítőképeség

A tartalékok meghatározásának módszerére később még visszatérünk, annyit azonban már most is előrebocsáthatunk, hogy a rendszerbe beépített együttes teljesítőképeség (ΣN_i) a csúcsgénynél elég lényegesen nagyobb. Ha valamely rendszert (pl. az 1959-est) egy további erőművel egészítünk ki, akkor a rendszerben a gazdaságosság szem előtt tartásával nyilván nem lehet akkora csúcsnövekedést megengedni, mint az új erőmű beépített teljesítőképesége (N_i). Az új erőmű beépítése esetén a hálózatban gazdaságosan megengedhető csúcsterhelésnövekedést nevezzük az illető erőmű értékelhető teljesítőképeségének. Az értékelhető teljesítőképeség az erőmű jellemzőin kívül tehát függ a vele együttműködő erőműrendszertől is. Elsősorban azért, mert a rendszerben szükséges tartalék lényegesen változik az abban lévő berendezési elemek számával, továbbá azért, mert az illető erőmű karbantartását a rendszer egyéb elemeinek karbantartásával együtt megfelelőképpen el lehet osztani az év folyamán. Ha tehát értékelhető teljesítőképeségről beszélünk, meg kell mondani azt is, hogy az illető erőmű milyen kooperációs rendszerrel dolgozik együtt. Az említett okok folytán — az értékelhető teljesítőképeség előbbi definíciója szerint — nem lehet a rendszer meglévő erőműveinek értékelhető teljesítőképeségéről beszélni.

Vizsgáljuk meg az értékelhető teljesítőképeséget pl. új kondenzációs erőmű esetén. Ha az erőműrendszert N_i beépített teljesítőképeségű erőművel egészítjük ki (3. ábra c vonal), a rendszerben tartandó üzemi tartalék T_U -ról T'_U -re növekszik, mivel a rendszerben az új gépek következtében a váratlan meghibásodások növekednek. Az üzemi tartalék növekedésének nagyságát jelöljük $T_U \Delta$ -val.

$$T_{U\Delta} = T'_U - T_U$$

Hasonlóképpen növekszik a karbantartási tartalék értéke is T_R -ről T'_R -re, a különbség a többlet karbantartási tartalék:

$$T_{R\Delta} = T'_R - T_R$$

Az új erőműnek a generátorkapcsokon értékelhető teljesítőképesége tehát:

$$N_{\text{ért, kond, g}} = N_{i, \text{ kond}} - T_{U\Delta} - T_{R\Delta}$$

A generátorkapcsokon értékelhető teljesítőképességnél a hálózat szempontjából értékelhető teljesítőképesség az erőmű önfogyasztásával (N_{ε}) kisebb.

$$N_{\text{ért, kond}} = N_{\text{ért, kond, g}} - N_{\varepsilon}$$

Az értékelhető teljesítőképesség kondenzációs erőműnél a következő alakban is kifejezhető :

$$N_{\text{ért, kond}} = \frac{N_{i, \text{kond}}}{r_{\text{kond}} \cdot (1 + \varepsilon_{\text{kond}})}$$

ahol :

r_{kond} — az a tartaléktényező, amely a kondenzációs erőmű beépítése esetén az erőműrendszerben többletben tartandó és amely sok tényezőnek függvénye (lásd 1243. pontot).

$\varepsilon_{\text{kond}}$ — a kondenzációs erőmű önfogyasztási tényezője, amely kis mértékben a teljesítménnyel változik.

Kondenzációtól eltérő hőerőművek és vízerőművek értékelhető teljesítőképessége a meghibásodások és karbantartások miatt szükséges tartalék (r_{er}), illetve önfogyasztási tényezőkön (ε_{er}) kívül még az úgynevezett időtényezőtől (τ) is függ. Felírhatjuk :

$$N_{\text{ért, er}} = \frac{N_{i, er}}{r_{er} (1 + \varepsilon_{er}) \tau}$$

122. Az egyenértékűségi tényező

Minden új erőmű létesítésekor meg kell állapítani annak értékelhető teljesítőképességét és mivel a létesítésnek az egyéb szempontokon kívül mindig a műszaki-gazdasági optimumnak is meg kell felelnie, az előírányozott megoldást össze kell hasonlítani más megoldási módozatokkal. Összehasonlításként általában új, korszerű kondenzációs hőerőmű létesítését vesszük alapul és feltételezzük, hogy a hálózati rendszerben adott ΔN_{cs} csúcsigény növekedésre kell az új erőművet létesíteni. Meg kell határozni tehát azt a jelzőszámot, amely megadja, hogy az újonnan létesítendő erőmű beépített teljesítőképességének mekkora, ugyanolyan csúcsigény szolgáltatására méretezett, azaz ugyanolyan értékelhető teljesítőképességű kondenzációs beépített teljesítőképesség felel meg. A viszonyszámot, amely nem egyéb, mint a beépítendő teljesítőképességek hányadosa, *egyenértékűségi tényezőnek* (X) nevezzük.

$$X = \frac{N_{i, er}}{N_{i, kond}} \cdot \frac{r_{er} \cdot (1 + \varepsilon_{er}) \cdot \tau}{r_{kond} \cdot (1 + \varepsilon_{kond})}$$

Fenti vizsgálatoknál a különféle erőműveknek egymástól rendszerint eltérő telephelyéből adódó és ezért különböző nagyságú hálózati veszteségeket még nem vesszük figyelembe, de a számítás ezekkel könnyen kiegészíthető.

Az egyenértékű teljesítőképesség meghatározásához a fenti képletben szereplő egyes tényezőket külön kell elemezni.

123. Az önfogyasztási tényező

Önfogyasztás (ε) alatt az erőmű saját villamosenergiafogyasztását értjük és a hasznos legnagyobb teljesítményre (N_{cs}) vonatkoztatva adjuk meg. Ha a generátorkapcsokon mért legnagyobb teljesítmény $N_{cs, g}$, akkor az önfogyasztás a legnagyobb teljesítménynél:

$$\varepsilon = \frac{N_{cs, g} - N_{cs}}{N_{cs}}$$

ε értéke az erőmű teljesítményével változik, az értékelhető teljesítőképesség vizsgálatánál azonban ennek a körülménynek — mivel csúcsigények kielégítéséről van szó — nincs jelentősége. Értéke természetesen az erőmű nagyságától, felépítésétől, energetikai rendeltetésétől, a gőzjellemzőktől, az alkalmazott tüzelőanyagtól, stb. is függ. Nagynyomású kondenzációs erőműveknél a legnagyobb villamos teljesítőképességre vonatkoztatva 8—10%, hőszolgáltató erőműveknél 13—15%, míg vízerőműveknél gyakorlatilag elhanyagolható érték (1—2%).

124. Tartalékok az együttműködő rendszerben és az erőművekben

Fentiekben már röviden vázoltuk a rendszerben tartandó karbantartási és üzemi tartalékok fogalmát és lényegét. Az együttműködő rendszer összes tartalékát természetesen elosztjuk az egyes erőművek között. Így az egyes erőművekre nézve rögzíthetjük, [hogyan azok minden egyes berendezéseleme az év folyamán vagy üzemben van (üzemidő $t_{ü}$), vagy tartalék az üzem bármely pillanatban történő felvételére (tartalékban állás ideje, t_{tart}), vagy éppen tervszerűen karbantartják (karbantartási idő, t_{karb}), vagy pedig éppen kényszerkiesésben van, beleértve a hiba rendbehozására szükséges javítási időt (kiesési idő, t_{ki}). Az üzem-, tartalékbanállási, karbantartási és kiesési idő összege az év összes óráit adja ki:

$$8760 = t_{ü} + t_{tart} + t_{karb} + t_{ki}$$

A tényleges üzemidő és az üzem felvételére bármikor kész tartalékbanállási idő összegét, amely alatt tehát az illető berendezési elem üzemkész, üzemkész-ségi óraszámnak nevezzük ($t_{\text{kész}}$).

$$t_{\text{kész}} = t_{\text{ü}} + t_{\text{tart}} = 8760 - (t_{\text{karb}} + t_{\text{ki}})$$

Az évi üzemkészégi időnek és a karbantartási, valamint a kiesési idővel megnövelt üzemkészégi időnek a hányadosát üzemkészégi tényezőnek hívjuk :

$$\ddot{u} = \frac{t_{\text{kész}}}{t_{\text{kész}} + t_{\text{karb}} + t_{\text{ki}}} = \frac{t_{\text{kész}}}{8760}$$

1241. A karbantartás tervezése

A főberendezési tárgyaknál a karbantartások közötti időtartam természetesen nagymértékben változik az illető főberendezési tárgy szerkezete, a kazánoknál a tüzelőanyag minősége és főleg a hamu viselkedése, az üzem módja stb. szerint. Tájékoztató értéként tekinthető a főkarbantartások közötti időtartam kazánoknál 250—350 nap, turbináknál 300—500 nap körül. Természetesen igyekezni kell a karbantartások közötti időt minél hosszabbra venni és a karbantartás időtartamát lehetőleg csökkenteni. A főkarbantartáson kívül — főleg kazánoknál — szokásos egy-két ú. n. kis javítást vagy folyó karbantartást célszerű a tisztítási és kisebb javítási munkák elvégzésére beiktatni.

A karbantartási idők tartamát a munka helyes megszervezésével igen lényegesen lehet csökkenteni és ezekre ma a Szovjetunióban már normák vannak. Hazai viszonyok között kazánoknál átlagban 1100, turbináknál kb. 500 óra karbantartási időt lehet évente alapul venni. Fenti átlagértékek segítségével a 6. ábrába bejelöltük egy, 3 db, egyenként 100 t/ó teljesítőképességű, nagy nyomású kazánból álló erőmű összes karbantartási idejét és így kapjuk a kazánokra az a -val jelölt tartamdiagrammot. Hasonlóképp kapjuk a 3 db egyenként 20 MW teljesítőképességűre felvett turbina tartamdiagrammját, ha az évi összes óraszámából levonjuk a gépenként 500 óra karbantartási időt (b -vonal)— (1 turbina gőzfogyasztása 84 t/ó).

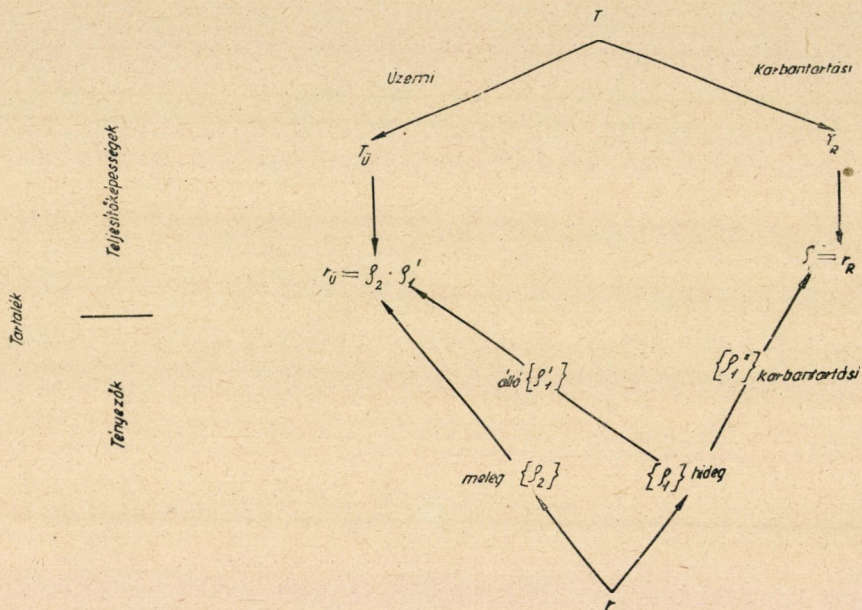
Az erőmű karbantartási tartaléka az év folyamán a karbantartások következtében nem üzemkész teljesítőképességének átlaga. Mivel a karbantartás fentiek szerint előre tervezhető, az együttműködő rendszert figyelembe vevő értékelésnél megállapíthatjuk, hogy az új erőmű karbantartási tartaléka azonos a rendszer többletkarbantartási tartalékával (T_{RA}). A teljes tartaléktényező egyik része, az ú. n. karbantartási tartaléktényező

$$r_R = \frac{N_i}{N_i - T_{RA}}$$

azt fejezi ki, hogy az erőmű mekkora hányada van évi átlagban karbantartásban.

1242. Az üzemi tartalék

Az üzemi tartalék-teljesítőképesség lényegében kettős célt szolgál és ennek megfelelően két részre oszlik; a bármely pillanatban terhelés átvételére kész meleg (vagy forgó) tartalékra és a bármikor üzembeindításra kész, de hideg állapotban lévő ú. n. álló tartalékra. Az erőműrendszert ugyanis — rendes körülmények között — még csúcsideőben sem terhelik meg a csúcsterhelés időpontjában melegen rendelkezésre álló legnagyobb teljesítőképességnek megfelelő teljesítménnyel, hanem ennél kisebb teljesítménnyel. A kettő hányadosa az ú. n. melegtartalék tényező (Q_2), amelynek rendeltetése, hogy valamely tetsző-



7. ábra. Tartalékteljesítőképességek és tényezők

leges időpontban bekövetkező váratlan teljesítőképesség kiesése vagy terhelésnövekedés ne okozzon a rendszerben megengedhetőnél nagyobb periódusesést, azaz, hogy a folyamatos energiaellátás mindig biztosítható legyen. Ez a tartalék tehát képes azonnali terhelésátvételre. Az üzemi tartalék másik részét, az úgynevezett álló tartalékot, amennyiben nincs váratlan kiesésben, a melegtartalékot meghaladó váratlan teljesítőképesség kieséskor veszik üzembe. Ezek szerint, valamely tetszőleges időben, tehát általában a napi csúcsideőn kívüli időpontban keletkezett kényszerkiesést elsősorban a melegtartalékok kompenzálják, majd haladéktalanul üzembe veszik az álló tartalékokat és a napi csúcsideő felé való haladás közben egyre több és több állótartalék bevetésével kerülük

el a fogyasztói korlátozást. A tartalék teljesítőképességek és tényezők összefüggését vázlatosan a 7. ábra mutatja.

Új erőmű teljesítőképességének értékelése szempontjából meghatározásunk szerint az új erőmű üzemi tartaléka alatt a rendszerben az új erőmű miatt többletben tartandó üzemi tartalékot ($T_{U\Delta}$) értjük. Így az új erőmű üzemi tartalék-tényezője :

$$r_U = \frac{N_i - T_{R\Delta}}{N_{cs, g}}$$

annak kifejezője, hogy a karbantartási tartalék után fennmaradó teljesítőképesség hányadrésze a gazdaságosan megengedhető, generátorkapcsokra átszámított csúcsnövekedés ($N_{cs, g}$). A generátorkapcsokra átszámított csúcsnövekedés a tartalék teljesítőképesség növekedésével (T_{Δ}) kisebb, mint a beépített teljesítőképesség :

$$N_{cs, g} = N_i - T_{\Delta}$$

ahol a teljes tartalék a korábbi jelölésekkel :

$$T_{\Delta} = T_{R\Delta} + T_{v\Delta}$$

így :

$$N_{cs, g} = N_i - (T_{R\Delta} + T_{v\Delta})$$

1243. A teljes tartalék

A teljes tartaléktényező, vagy röviden tartaléktényező (r) azt fejezi ki, hogy a beépített teljesítőképességnek mekkora hányada a generátorkapcsokra átszámított fogyasztói csúcsnövekedés a karbantartások és váratlan meghibásodások figyelembevételével, de nem tekintve az időtényező hatását. Értékét ilyen feltételekkel a beépített teljesítőképességnek (N_i) és a generátorkapcsokra átszámított csúcsigénynövekedésnek ($N_{cs, g}$) hányadosa adja :

$$r = \frac{N_i}{N_{cs, g}} > 1$$

A tartaléktényező tehát :

$$r = \frac{1}{1 - \left(\frac{T_{R\Delta}}{N_i} + \frac{T_{U\Delta}}{N_i} \right)} = r_R \cdot r_U$$

Amint az elmondottakból kitűnik, az új erőmű értékelhető teljesítőképességének vizsgálatához elsősorban a tartalékviszonyokat kell tisztázni. A karbantartási tartalék — amint láttuk — egy nagy kooperációs rendszerben az illető erőmű karbantartásban álló teljesítőképességének átlaga. A többletben tartandó üzemi tartalék nagyságát azonban nehezebb megállapítani.

A további számítások során az üzemi tartalékot gazdaságossági számítással fogjuk meghatározni. Vagyis azt keressük, hogy a váratlan kiesések okozta kár és a tartalék építéséből származó beruházási költségek évi terheinek összege együtt legkisebb legyen. Az ilymódon meghatározott üzemi tartalék számításainkban csak összehasonlítási alap. Az ilymódon kiadódó tartalék nagyságát nem kívánom az erőműrendszer tartalékául javasolni, mivel pl. az 1959. évben tartandó üzemi tartalék nagyságára a továbbiakban tárgyalatokon kívül még egyéb szempontok is befolyást gyakorolnak, amelyeket röviden érinteni fogok.

A gazdaságos üzemi tartalék meghatározásához elsősorban a váratlan kiesések valószínűségével kell foglalkozni.

2. A váratlan kiesések valószínűségének vizsgálata

21. A jósági szám

A kiesések vizsgálatának alapvető tényezője a jósági szám (j), amely alatt valamely főberendezési tárgy jóságának valószínűségét értjük. Annak valószínűsége, hogy egy egység váratlan meghibásodás miatt nem üzemkész, azaz, hogy kényszerkiesésben van, $1-j$.

A jósági szám értékét az előző évek tényadatai alapján állapíthatjuk meg némi közelítéssel, olymódon, hogy az illető berendezési tárgy hosszabb időn át (pl. egy év) okozta teljesítőképesség korlátozásait arányba állítjuk az ugyanazon idő alatt elméletileg termelhető energiamennyiséggel és ezt az értéket az egységből levonjuk. Így pl. ha a rendszerben összesen $\Sigma N_{i,t}$ MW teljesítőképességű turbina van és egy év alatt a turbinák összesen $\Delta E_{ki,t}$ MW ó korlátozást okoznak, akkor a turbinák jósági száma:

$$j_t = 1 - \frac{\Delta E_{ki,t}}{\Sigma N_{i,t} \cdot (8760 - t_{karb,t})}$$

Hasonlóképpen állapíthatjuk meg a rendszer kazánjainak átlagos jósági számát is:

$$j_k = 1 - \frac{E_{ki,k}}{N_{i,k} (8760 - t_{karb,k})}$$

A főberendezési tárgyak jósági számát az illető berendezési tárgy üzemkészégi, illetve kiesési óraszámával is kifejezhetjük:

$$j = \frac{t_{kész}}{t_{kész} + t_{ki}} = \frac{t_{kész}}{8760 - t_{karb}}$$

Az egyes főberendezési tárgyak jósági száma egymástól különbözik, a kazánoké valamivel kisebb, mint a turbináké. Hazai viszonyok között az elmúlt évek tapasztalatai alapján a turbinákra 0,985, a kazánokra 0,974 adódik mint középérték.

Az egyes berendezések jósági számán kívül szükség van még az erőmű jósági számára, amelyet megkapunk, ha az erőműben mutatkozó bármely elem meghibásodását egy elemre redukáljuk. Amennyiben az erőműveken belül minden berendezés ugyanolyan összteljesítőképeségű, azaz sem turbina-, sem kazán-, sem egyéb korlátozás nincs, az erőmű teljesítőképeségének csökkenése mindenkor a kiesett elem teljesítőképeségének felel meg és a jósági szám az egyes berendezések jósági számának szorzata. A valóságban azonban egy időpontban pl. a kazán és turbina teljesítőképesége nem egyforma, s így pl. kazánkorlátozás esetén egy turbina kiesése a turbina teljesítőképeségénél kisebb kiesést okoz, ezért az erőműben jelentkező korlátozás összege (ΣE_{ki}) kisebb, mint az egyes berendezések okozta korlátozás összege :

$$\Sigma E_{ki} < \Delta E_{ki, t} + \Delta E_{ki, k} \dots$$

A számításokat egyszerűsíti, ha az erőműrendszer összes kieséseit valamely főberendezési tárgyra, pl. a turbinákra, redukáljuk. Az erőműveknek a turbinákra redukált jósági száma :

$$j_{t, re c} = 1 - \frac{\Sigma E_{ki}}{\Sigma N_{i, t} \cdot (8760 - t_{karb, t} \cdot t_{tart, t})}$$

Az így redukált jósági szám valamivel nagyobb, mint a kazánok és turbinák jósági számának szorzata (hazai viszonyok között 1950-re 0,967).

A tapasztalati adatok alapján meghatározott jósági számot az erőművek váratlan kiesésének vizsgálatára használjuk fel. Ebben a valószínűségszámítást kell segítségül vennünk, amint erre — hazánkban először — Kovács Károly Pál mutatott rá a Magyar Tudományos Akadémián 1950 decemberében tartott előadásán.

Annak valószínűsége, hogy az együttműködő erőműrendszer üzemben lévő n főberendezési tárgyából k egység legyen egyidejűleg váratlanul üzemképtelen, a Bernoulli-féle valószínűségi eloszlás segítségével határozható meg. Eszerint k egység egyidejű kiesésének valószínűsége :

$$V_k = \binom{n}{k} \cdot (1 - j)^k \cdot j^{n-k}$$

Ugyanis az n — egyelőre egyenlőnek feltételezett — üzemben lévő egységből egyidejűleg kell, hogy k olyan eset következzen be, amelynek valószínűsége

(1—j) és (n-k) olyan eset, amelynek valószínűsége j ; a k egységet viszont $\binom{n}{k}$ féleképpen választhatjuk ki, ahol

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

A számítás menetét — egy erőművön belül — példán mutatjuk be. A 6. ábrán a főberendezési tárgyak tervszerű karbantartásainak figyelembevételével felrajzolt diagrammot folytatva, megállapíthatjuk az egyes időszakokban a kazánok kiesési valószínűségét. Három kazános üzem egy évben $8760 - 3 \cdot 1100 = 5460$ órán át lehetséges, a 3 kazános üzemben egy kazán kiesésének valószínűsége :

$$V_{k_1} = \binom{3}{1} \cdot 0,974^2 \cdot (1-0,974) = 0,074$$

A hozzátartozó kiesési időtartamot megkapjuk, ha a kiesés valószínűségének értékét megszorozzuk a vizsgált időtartam összes óráinak számával, azaz :

$$t_{ki, k_1} = 0,074 \cdot 5460 = 404 \text{ ó/év}$$

Hasonlóképpen megállapíthatjuk a 3 kazános időszakban két kazán egyidejű kiesésének valószínűségét :

$$V_{k_2} = \binom{3}{2} \cdot 0,974 \cdot (1-0,974) \cdot 0,974^2 = 0,00198$$

és a kiesési időtartamot

$$t_{ki, k_2} = 0,00198 \cdot 5460 \times 11 \text{ ó/év,}$$

valamint 3 kazán egyidejű kiesésének időtartamát, amely

$$t_{ki, k_3} = 1 \text{ ó/év.}$$

Utóbbi értéket, mint elhanyagolhatóan kicsinyt, nem vesszük figyelembe. Hasonlóképpen számítjuk ki a 2 kazános üzem kiesési idejeit, külön a 3 gépes és külön a 2 gépes időszakra és kapjuk, hogy 2 kazán közül egynek kiesési időtartama 3 gépes üzemben 91 óra, és 2 gépes üzemben 76 óra, 2 kazán egyidejű kiesése pedig elhanyagolhatóan kicsire adódik.

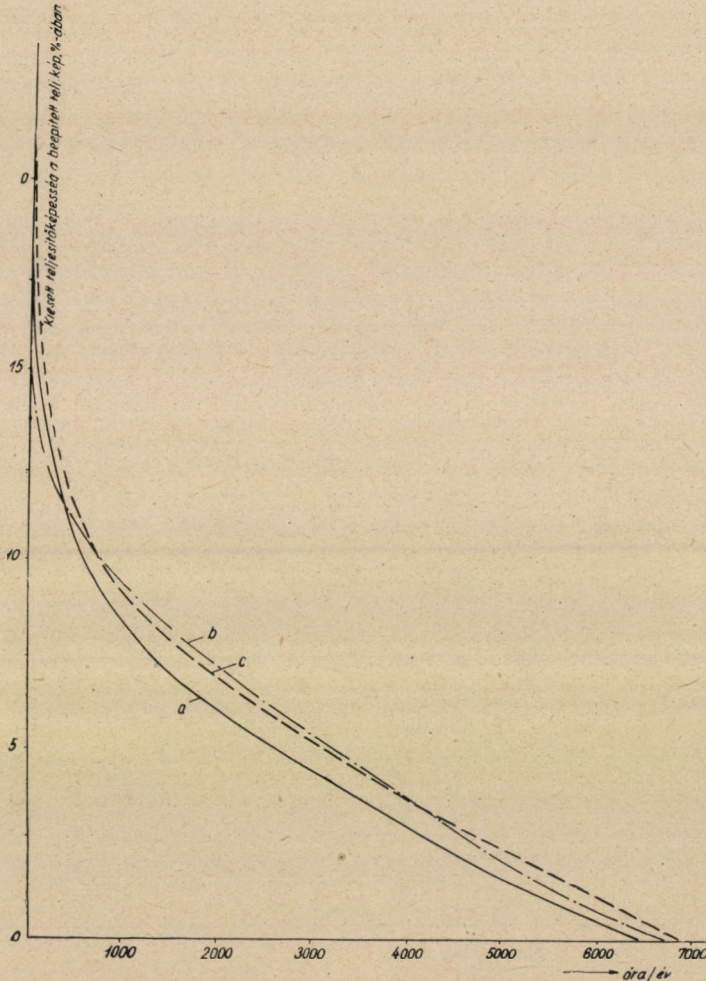
3 turbinás és 3 kazános üzemben egy turbina kiesésének ideje 238 óra, két turbináé 4 ó/év, 3 turbinás és 2 kazános üzemben egy turbina kiesésének ideje 79 ó/év, továbbá két turbinából egy turbinának kiesési ideje 44 ó/év.

Feltételezve, hogy az erőműben a nem főberendezési tárgyakból annyi van, hogy azok sohasem korlátozzák az erőmű teljesítőképességét, azt mindenkor a legkisebb teljesítőképességű főberendezési tárgy teljesítőképességének névleges értéke fogja megszabni. A váratlan kieséseket a tervszerű karbantartások alapján szerkesztett diagrammból levonva kapjuk a 6. ábra csíkozott vonalát, amely ezek szerint mind a karbantartási időket, mind a váratlan kiesési időket figyelembe veszi.

Együttműködő rendszerben a bekövetkező váratlan kiesések vizsgálatát a rendszer összes főberendezési tárgyainak együttes tekintetbevételével megint csak a Bernoulli-féle valószínűségi eloszlás alapján állapíthatjuk meg.

Mivel itt most már aránylag nagyszámú kombinációt kell meghatározni, célszerű minden kiesést ugyanazon berendezési tárgyra — pl. a turbinákra — redukálni, vagyis a turbinákra redukált erőmű jósági számot alapul venni. A fő-

berendezési tárgyakat nagyságuk szerint csoportokba fogjuk össze és megállapítjuk az egyes csoportokon belül 1, 2, 3 stb. egység egyidejű kiesésének valószínűségét. Ezután kombináljuk egymással az egyes csoportok kiesési valószínűségeit, miközben az egész kis valószínűségeket (pl. évente 1 óránál rövidebb időtarta-



8. ábra. 1950. évi együttműködő rendszer kiesési tartamdiagrammja. a: számított értékek; b: tényadatok; c: módosított diagramm

mot) adó kombinációkat elhanyagoljuk. A hazai együttműködő és összesen 48 gépegységet magában foglaló rendszerre vonatkozóan az Erőmű Tervező Irodában elvégzett hosszadalmas számítások eredményét a 8. ábra a görbéje mutatja, amely elég jól megegyezik a hálózatnak 1950. évi tényleges kiesései alapján összeállított tartamdiagrammjával (b görbe). A mutatkozó eltéréseket ki tudjuk küszöbölni, ha a Bernoulli-féle eloszlásból számított tartamdiagram-

mot önmagával párhuzamosan annyira eltoljuk, hogy a két görbe alatti terület azonos legyen (*c* görbe).

22. A fogyasztói korlátozás meghatározása

A kiesési tartamdiagrammból és a csúcsterhelések tartamdiagrammjából meg lehet állapítani a rendszerben adódó fogyasztói korlátozások nagyságát. Az erőművek váratlan kiesései ugyanis nem minden esetben okoznak fogyasztói korlátozást, hanem csak akkor, ha a kiesés nagysága nagyobb, mint az illető időpontban rendelkezésre álló erőművi teljesítőképesség és az ugyanazon időpontban fennálló terhelés közötti különbség.

A fogyasztói korlátozás nagysága tehát elsősorban a rendelkezésre álló üzemi tartalék (T_U) függvénye. Időlegesen befolyásolja a korlátozás mértékét az üzemben tartott forgótartalék nagysága is, mert a melegtartalék teljesítőképessége mértékéig a kiesést azonnal ellensúlyozza. A további számításoknál azonban ezt a körülményt figyelmen kívül hagyhatjuk és csupán a teljes üzemi tartalékot vesszük figyelembe, függetlenül attól, hogy az álló- vagy forgótartalékból áll.

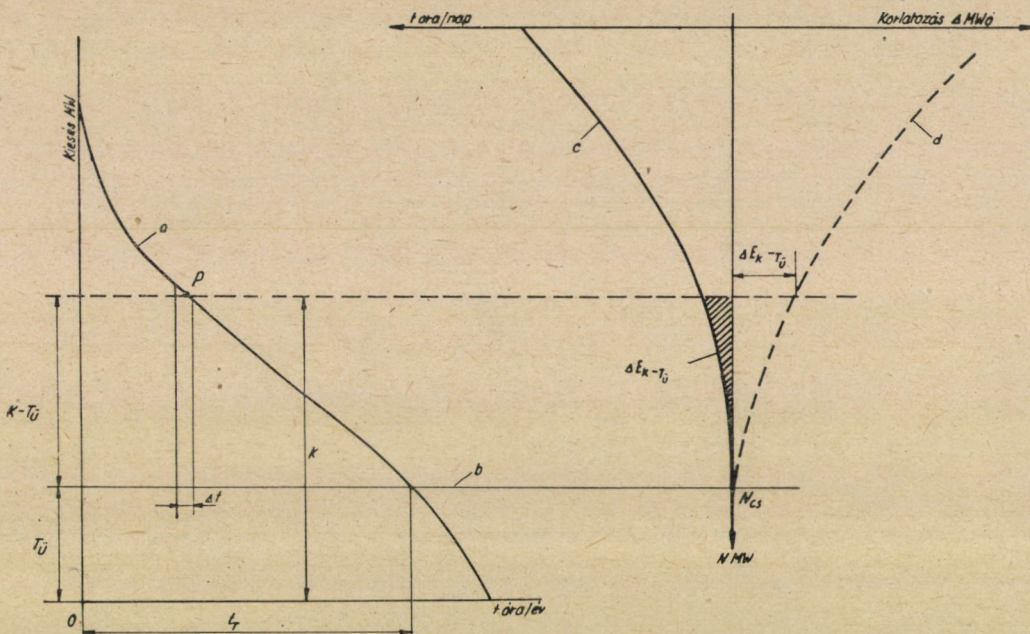
A fogyasztói korlátozások számításának módszerét a 9. ábra mutatja. Ennek *a* görbéje megint a váratlan kiesések tartóssági diagrammja, ez megfelel a 8. ábra *c* görbéjének. Ha a rendszerben egyáltalában nem tartanánk tartalékot, akkor az ezen görbe kifejezte minden egyes kiesés az iparban valamilyen alakban korlátozásként jelentkezne. Ha a rendszerben T_U kW nagyságú üzemi tartalékot tartanánk, akkor ezen értéknél kisebb kiesések fogyasztói korlátozást nem okoznának, tekintve, hogy az ilyen vagy ennél kisebb mértékű kiesésre mindenkor elegendő üzemi tartalék van. A kiesési tartamdiagrammnak tehát csak az *a* része okoz tényleges fogyasztói korlátozást, amely az ábrában a T_U értéknél húzott és *b*-vel jelölt vonal fölött van. A további vizsgálatoknál az üzemi tartalék függvényében akarjuk meghatározni az ipari korlátozás mértékét. Ezért felrajzoljuk a 9. ábrán tetszőlegesen felvett üzemi tartalék (T_U) értékhez a terhelési csúcsok napi tartamdiagrammját fejjel lefelé fordítva, olymódon, hogy a diagramm csúcsa a *b* vonalnál legyen (*c* görbe). Ez abból a megfontolásból következik, hogy az üzemi tartaléknál nagyobb mértékű váratlan kiesés a napi terhelési diagramm csúcsánál fog korlátozást okozni.

A továbbiakban kiválasztunk egy tetszőleges Δt (ó/év) szélességű időszávot, amely alatt a korlátozás nagysága állandónak felvehető $K - T_U$ értékű. Ha ez a kiesés egy egész napon keresztül tartana, az esetben egy alkalommal vágná le a terhelés csúcsát, mégpedig a $K - T_U$ értéknek megfelelően a *c* vonal fölött vonalkázott területet (ΔE_{K-T_U} kWó/nap). Ezen terület nagyságát, azaz a kiesett energia mennyiségét a *d* görbe mutatja, amely a *c* görbe integrálgörbéjét jelenti.

Ha a $K - T_U$ korlátozás egy évben nem egy napig, hanem Δt óráig tart, ahol $\Delta t \leq 24$ óra, akkor a kiesés okozta ipari korlátozás nagysága:

$$E_{K - T_U} = \frac{\Delta t}{24} \cdot \Delta E_{K - T_U}$$

Elvégezve ugyanezt a műveletet más helyen kiválasztott időszavokra is $t = 0$ -tól egészen $t = t_T$ értékig és az egyes sávokhoz tartozó korlátozásokat



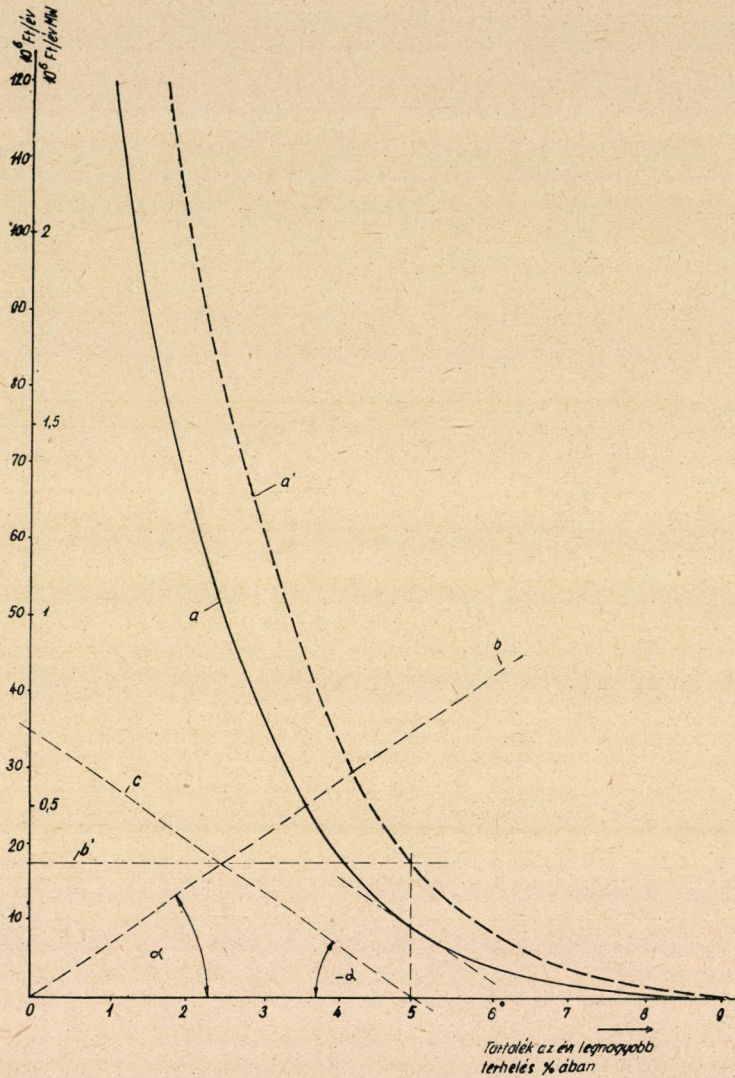
9. ábra. A váratlan kiesésből származó ipari korlátozás meghatározása különböző tartalék-teljesítőképesség esetén. *a*: az együttműködő rendszer kiesési tartamgörbéje; *b*: a választott üzemi tartalék nagysága; *c*: a heti terhelések csústartamdiagramja; *d*: a heti terhelési csúcsok integrálgörbéje

összegezve megkapjuk, hogy a felvett üzemi tartalék T_U esetében évente összesen hány MWó ipari korlátozás mutatkozik.

23. A gazdaságos üzemi tartalék meghatározása

Minden kiesett kWó-t meghatározott értékkel, pl. 20.— Ft egységköltséggel számításba véve megkapjuk a fogyasztói korlátozás következtében keletkező népgazdasági kár értékét (10. ábra *a* görbéje), amelynek segítségével most már könnyen meg tudjuk határozni a gazdaságos üzemi tartalék nagyságát. Az üzemi tartalék nagysága ugyanis akkor lesz gazdaságos mértékű, ha annyi

tartaléket építünk be, hogy a tartalék beruházási költségei egy évre eső költség-hányadának, valamint a fogyasztói korlátozások következtében keletkező nép-



10. ábra. Az 1959. évi hőerőmű-rendszer gazdaságos üzemi tartaléka. a : ipari korlátozás nagysága 10^6 Ft/év; a' : kiesés Ft értékének differenciál hányadosa 10^6 Ft/év MW; b , c a tartalék beépítésének költsége 10^6 Ft/év; b' : a tartalék költség diff. hányadosa 10^6 Ft/év MW.

gazdasági kárnak összege legkisebb értéket ad. Ha tehát az ábrában ugyancsak az üzemi tartalék függvényében az evvel kapcsolatos beruházások évi költség-hányadát bejelöljük (b vonal), akkor a két költségnem összegét az a görbe és a vízszintes tengelyhez képest tükröképben felrajzolt b görbe (c) közti távolság

jelzi. A két költségnem összegének minimumát, azaz a gazdaságos üzemi tartalék nagyságát ott kapjuk, ahol a c görbével párhuzamos egyenes az a görbét érinti. Pontosabb eredményt kapunk, ha meghatározzuk a fogyasztói korlátozások görbéjének differenciálgörbéjét (a') és ezt metszük a beruházási költségnak gyakorlatilag vízszintes vonalat jelző differenciálgörbéjével, (b'). A metszéspont megint a rendszer keresett gazdaságos üzemi tartalékának nagyságát adja.

Ez a számítási mód az egész rendszerben tartandó üzemi tartalékok meghatározására vitatható, mint minden — a beruházási költségek évi hányadával dolgozó — gazdaságossági számítás. A gazdaságos üzemi tartalék természetesen más — jelen esetben nagyobb — lesz, ha a létesítendő tartalék teljesítőképesség után csupán a szokásos évi leírási és felújítási költségeket számítjuk, mint hogyha valamilyen hatékonysági tényezőt is tekintetbe vennénk. Hasonlóképpen befolyásolja az eredményt a kiesett energia értékelése is.

Ismételten hangsúlyozni kívánom, hogy az ilyen módon kiadódó üzemi tartalék nagysága nem kíván javaslat lenni az 1959-ben tartandó tényleges üzemi tartaléokra vonatkozóan. A tényleges tartalék megállapításához még egyéb tényezőket is figyelembe kellene venni, mint pl. a hálózati meghibásodásoknak és az egész erőművek kiesésének hatása, az újonnan üzembe indított erőművek kisebb jóságú száma, a csúcsertékek előretervezésének bizonytalansága, stb. Ennek ellenére a számítás igen jól használható az új létesítmények teljesítőképességének értékelésénél, mivel ott különféle megoldások szembeállításáról van szó és csak az lényeges, hogy mindenütt azonosra felvett értékekkel számoljunk (pl. $\alpha = 10\%$ évi beruházási költséghányaddal).

3. Új kondenzációs erőmű teljesítőképességének értékelése

Láttuk, hogy az újonnan létesítendő erőműveket az értékelhető teljesítőképesség szempontjából szintén újonnan létesítendő kondenzációs hőerőművel hasonlítjuk össze. Az első feladat tehát, hogy meg kell állapítani az újonnan létesítendő kondenzációs erőműnek a hálózati csúcsnövekedés szempontjából értékelhető teljesítőképességét; azaz — a rendszer meglévő és azonos jellegű erőműveihez képest változatlan önfogyasztást feltételezve — karbantartási és üzemi tartalékait. Amíg a karbantartási tartalékot az ismertett eljárás szerint az új kondenzációs erőmű saját maga szabja meg, addig az üzemi tartaléknál természetesen az egész rendszer viszonyait kell szemügyre venni. Az új erőmű beépítésével kapcsolatban többletként adódó tartalék-szükségletet elvben úgy kellene megállapítani, hogy az előzőkben meghatározott eljárás szerint felépítjük az egész rendszer tartalékprogramját az új erőmű beépítése előtti, valamint az azutáni időszakra. A két számítás különbsége adná a keresett üzemi többlettartalékot. Ez a számítási mód azonban gyakorlatilag nem járható, mert a többletben szükségelt tartalék két nagy szám különbségéből adódnék és a

számítási bizonytalanságok az eredmények értékelését nehezíté, sőt majdnem lehetetlenné tennék. Olyan közvetlen számítási eljárást kell tehát találni, amelylyel a tartalékszükséglet növekedését meg lehet állapítani, anélkül, hogy az egész erőműrendszert fel kellene dolgozni. Gyakorlatilag ugyanígy kell eljárunk kondenzációstól eltérő erőművek tartalék-viszonyainak megállapításánál is.

Az új kondenzációs erőmű váratlan kieséseinek vizsgálatát megint az ismertetett Bernoulli-féle eloszlás segítségével határozzuk meg és az így meghatározott kiesési valószínűségeket kombináljuk Sóváry Emil kartársunk részéről javasolt eljárás szerint a rendszer — most már ismertnek feltételezett — kiesési valószínűségével. Az áttekinthetőség kedvéért megint konkrét számpéldát veszünk alapul. Kiindulva abból a célból, hogy a hőszolgáltató erőművekkel kapcsolatos vizsgálatoknál ugyanazokat az egységeket tudjuk alkalmazni, aránylag kis teljesítőképességű egységekből álló kondenzációs erőművet tételezzünk fel. A rendszerre vonatkozó adatokat már meghatározottaknak tételezzük fel; ezek előfordulnak egyöntetűen a későbbi számpéldákban is.

Legyen az új erőműben $n = 2$ kazán és ugyanannyi turbina, a gépek és kazánok egység-teljesítőképessége legyen $N_i' = 12,5$ MW. A gépek és kazánok jósági számát a rendszerben lévőkével azonosnak tételezzük fel. A Bernoulli-féle eloszlás alapján számított kiesési tartamdiagrammot a 11. ábra a görbéje mutatja, amely szerint az erőmű mindkét gépének egyidejű váratlan kiesése egy évben 10 óra, egy gép váratlan kiesése pedig 562 óra, ha minden kiesést a gépekre redukálunk. Évente 8188 órán keresztül tehát az erőműnek 1 gépe sem lesz váratlan kiesésben.

Az egész erőműrendszernek a 8. ábra c görbéje szerint meghatározott kiesési tartamdiagrammját a 11. ábra b görbéje mutatja, amelynek léptéke természetesen nem azonos az a görbéével. Mivel az új erőmű és a meglévő erőműrendszer kieséseinek összeesése bármely időpontban egyformán valószínű, az év 8188 órájában előfordulhatnak a meglévő erőműrendszer bármely kiesési értékei, anélkül hogy az új erőműben kiesés történnék és csupán a hátralévő 572 órában eshet össze a két kiesési valószínűség. Fentieket úgy vehetjük tekintetbe, hogy az erőműrendszer 8760 órát tartalmazó kiesési tartamdiagrammját a 12. ábra a görbéje szerint 8188/8760 arányban zsugorítjuk. Az új erőmű egy gépének kiesésekor az erőműrendszer kiesési görbét vízszintes irányban 562/8760 arányban zsugorítjuk és fölfelé toljuk 12,5 MW-tal (12. ábra b görbe). Ugyanilyen gondolatmenettel szerkesztjük meg a kibővített rendszernek az új erőmű két gépes kiesésével való összeesését (12. ábra c görbe). Bármely tetszőleges K kiesett teljesítőképességhez tartozó időtartam tehát a 12. ábra szerint

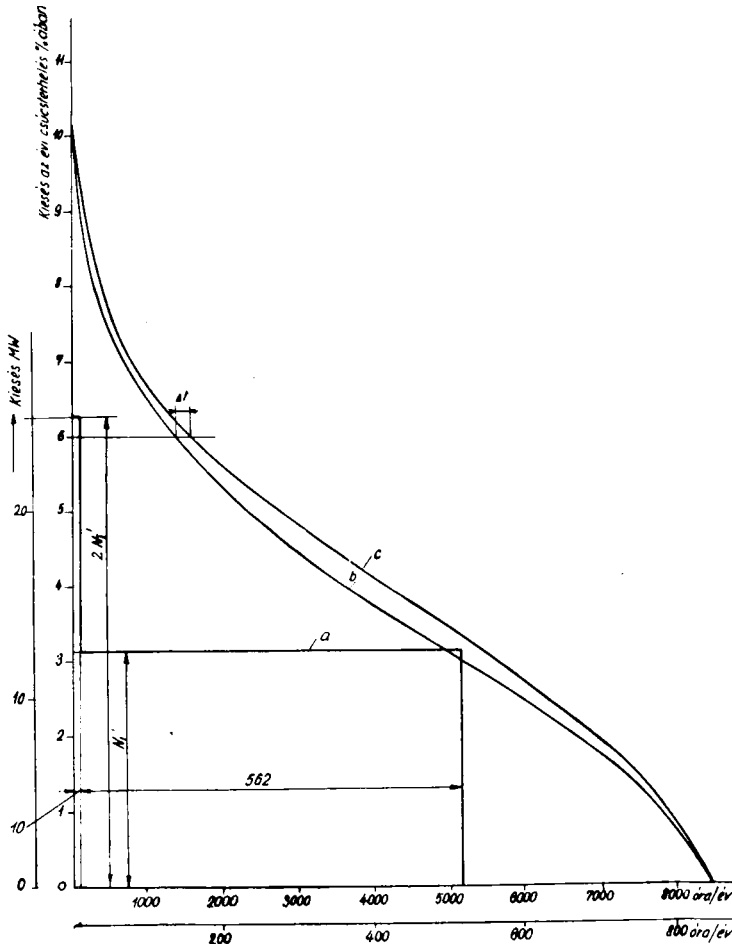
$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

Az új erőműrendszer eredő kiesési tartamgörbét megkapjuk, ha minden K értékhez felhordjuk a fenti módon számított t értékeket.

Az új görbe (11. ábra c vonal) az eredeti görbétől Δt értékkel jobbra fekszik. Az így meghatározott többletkiesési időtartam (Δt) többlet fogyasztói korlátozást okoz, amit pontosan ugyanazzal az eljárással határozhatunk meg, ahogy azt a 9. ábrában megismertük, csupán azzal a különbséggel, hogy a rendszer kiesési tartamdiagrammja helyett a mindenkor kiesett teljesítőképesség (K) és a többlet kiesés időtartamának grafikus összefüggését használjuk fel (13. ábra a görbe). A többletkiesés miatti többlet népgazdasági veszteségét a 9. ábrán bemutatottakkal azonos módon számítjuk és így kapjuk a különböző nagyságúnak felvett üzemi tartalékok (T_U) függvényében a 14. ábra a görbét.

Az új erőművel bővített rendszerben a váratlan kiesések okozta fogyasztói korlátozásokkal kapcsolatos népgazdasági kár az új erőmű beépítése előtti veszteségből és az új erőmű beépítése utáni többlet időtartam miatti veszteségből adódik. Előbbi értéket a 10. ábra a görbéje, utóbbiét a 14. ábra a görbéje mutatja, mindkettő az üzemi tartalékok (T_U) függvényében. Az eredeti rendszer kieséseiből származó veszteség görbéjének differenciál görbét — most már nagyobb léptékben, — a 15. ábra a' görbéje mutatja, amely megfelel a 10. ábra a' görbéjének. Ugyanezen ábra b' vonala megfelel a beruházási költségek 10. ábrából vett differenciál hányados

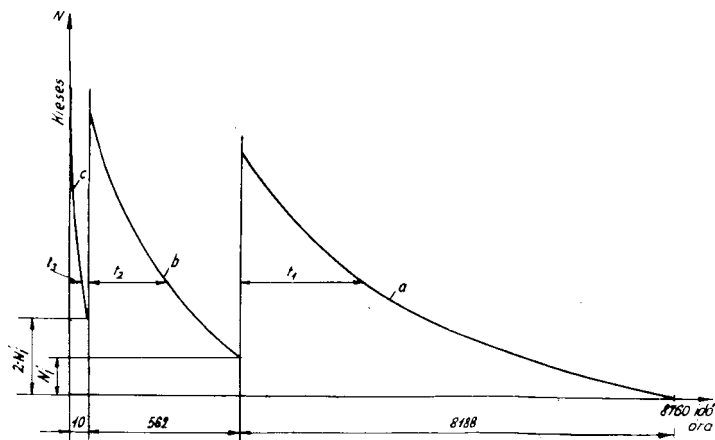
egyenesének (b'). Az eredeti rendszer gazdaságos üzemi tartalékát tehát az A) pont mutatja (adott számpéldában $T_{\mathcal{U}} = 99,1$ MW). Az új erőmű beépítése után a 15. ábrában a' -vel jelzett görbe értékeit rendre meg kell növelni a 14. ábra szerinti többlet veszteség görbéjének (a görbe) a tartalék függvényében vett differenciál hányadosával és így kapjuk a 15. ábra a' görbét. Az új gazdaságos üzemi tartalék meghatározása céljából ezt a görbét a — lényegtelen elhanyagolással az új rendszerre is érvényes — b' egyenessel hozzuk metszésbe. Így kapjuk a B pontot



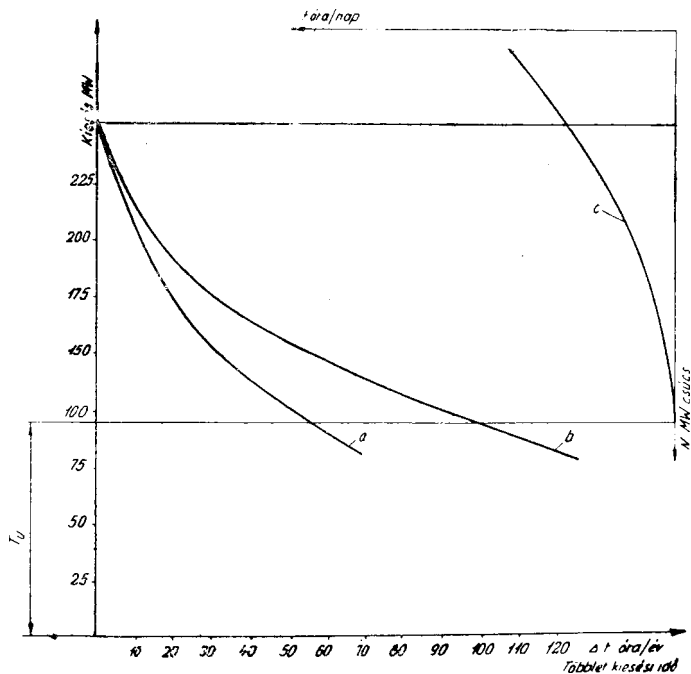
11. ábra. Beépített új kondenzációs erőmű kiesése, a rendszer eredő kiesése. a : beépített új kondenzációs erőmű kiesései ; b : a beépítés előtti állapothoz tartozó kiesések ; c : a rendszer eredő kiesései

($T_{\mathcal{U}} = 99,5$ MW) és a $T_{\mathcal{U}}$ értékkel a keresett, többlet gazdaságos üzemi tartalékot. Adott számpélda esetében az erőműrendszer többlet tartaléka $T_{\mathcal{U}} = 99,5 - 99,1 = 0,4$ MW, azaz az újonnan beépített teljesítőképesség 1,6%-a és így lényegesen kevesebb, mint az egész rendszer gazdaságos üzemi tartaléka, amit az előzőkben kerekén 5%-ban határoztunk meg.

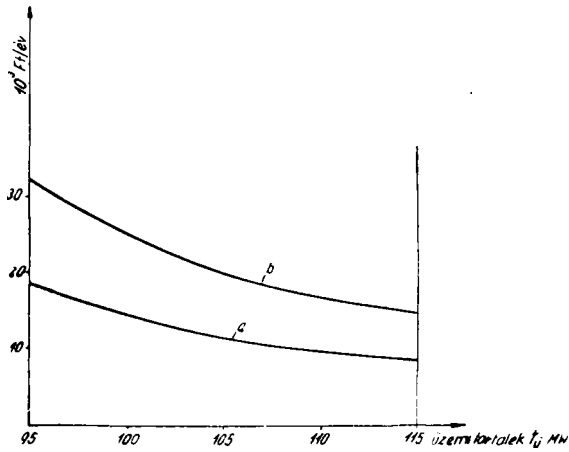
Az új $N_{i, kond}$ beépített teljesítőképességű kondenzációs erőmű értékelhető teljesítőképessége — amint láttuk — a karbantartási program miatt is kisebb, mint a beépített teljesítőképesség. Ha az energiaszolgáltatás programja egész éven át egyenletesen feszített azaz kar-



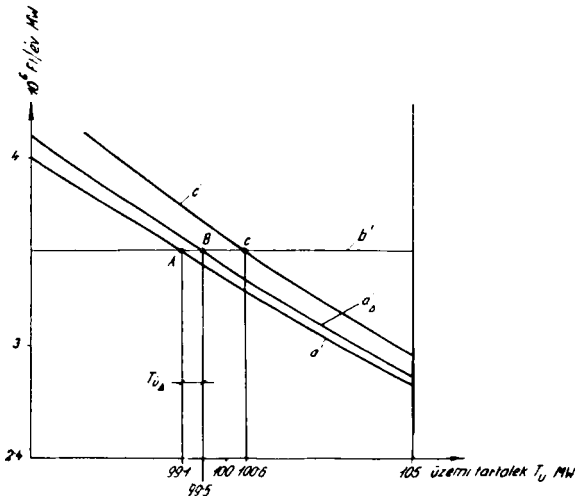
12. ábra. Az új erőmű és a meglévő rendszer együttes kiesési tartandiagramjának szerkesztése



13. ábra. Az új erőmű váratlan kieséseiből származó ipari korlátozás meghatározása. *a*: új kondenzációs erőmű által okozott többlet kiesési idő; *b*: új hőszolgáltató erőmű kondenzációs része okozta többlet kiesési idő; *c*: a rendszer csúcsterhelés tartóssági görbéje



14. ábra. Az új erőmű váratlan kiesései következtében keletkező ipari kár a rendszer üzemi tartalékoknak függvényében. *a* : új kondenzációs erőmű ; *b* : új hőszolgáltató erőmű kondenzációs része



15. ábra. Az új erőmű beépítése következtében megkívánt üzemi többlettartalék meghatározása. *a'* : az eredeti rendszer kieséseinek differenciálgörbéje ; *a''_Δ* : új kondenzációs erőművel bővített rendszer kieséseinek differenciálgörbéje ; *c'* : új hőszolgáltató erőművel bővített rendszer kieséseinek differenciálgörbéje ; *b'* : tartalék beépítési költségének differenciál hányadosa

bantartást az egész éven át kell a rendszerben előirányozni, akkor az új erőmű karbantartás tartaléka az év folyamán átlagosan karbantartott teljesítőképesség:

$$T_{R\Delta} = N_i \frac{t_{karb}}{8760}$$

t_{karb} jelen esetben megfelel 1 kazán karbantartási idejének, azaz 960 órának s így $T_{R\Delta} = 2,74$ MW. A karbantartási tartaléktényező:

$$r_R = \frac{N_i}{N_i - T_{R\Delta}} = \frac{25}{25 - 2,74} = 1,122$$

Az új erőműnek a hálózati csúcsnövekedés szempontjából teljes tartaléka:

$$T_{\Delta} = T_{R\Delta} + T_{U\Delta} = 2,74 + 0,4 = 3,14 \text{ MW}$$

és a generátorkapcsokon mért értékelhető teljesítőképessége

$$N_{cs,g} = N_i - T_{\Delta} = 25 - 3,14 = 21,86 \text{ MW.}$$

Az üzemi tartaléktényező:

$$r_U = \frac{N_i - T_{R\Delta}}{N_{cs,g}} = \frac{25 - 2,74}{21,86} = 1,018$$

A rendszerrel azonos önfogyasztást ($\varepsilon = 0,1$) feltételezve az új kondenzációs erőműnek a rendszer szempontjából értékelhető teljesítőképessége:

$$N_{ért, kond} = \frac{N_i}{r_R \cdot r_U \cdot (1 + \varepsilon)} = \frac{25}{1,122 \cdot 1,018 \cdot 1,1} = \frac{25}{1,257} = 19,87 \text{ MW}$$

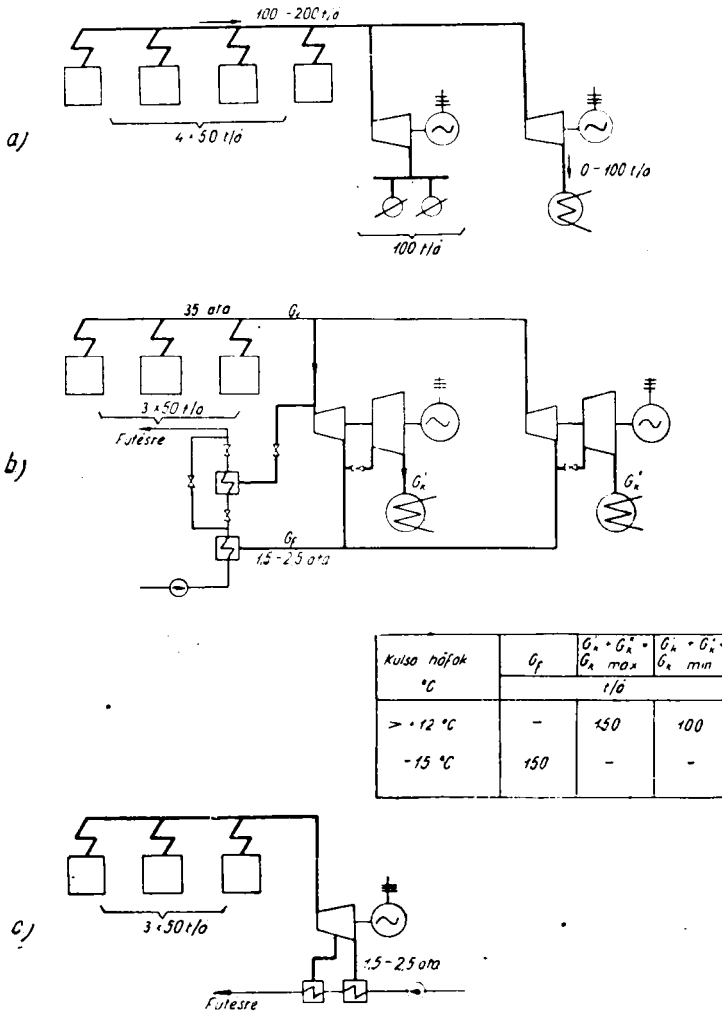
4. Új hőszolgáltató erőművek villamos teljesítőképességének értékelése

Új hőszolgáltató erőművek villamos teljesítőképessége a hálózat szempontjából azonos elvek szerint értékelendő, mint az új kondenzációs teljesítőképesség, azaz ezeknél is levonásba kell hozni a villamos generátorok névleges teljesítőképességéből az erőmű villamos önfogyasztását, továbbá a karbantartások és a váratlan kiesések okozta teljesítőképességsökkenést. Ezen túlmenően megvan azonban a hőszolgáltató erőműveknek az értékelhető teljesítőképesség szempontjából az a tulajdonságuk, hogy villamos teljesítőképességük nagyobb, vagy kisebb mértékben, de függ a hőszolgáltatás mérvétől.

Hőszolgáltató erőművek önfogyasztása néhány százalékkal mindig nagyobb, mint az ugyanolyan villamos teljesítőképességgel rendelkező kondenzációs erőműveké. Ennek magyarázata, hogy ugyanakkora villamos teljesítményhez az expanzió alsó határának emelése következtében lényegesen nagyobb gőzteljesítményre van szükség és ennek arányában nő a szénzállítás, a tápszivattyúzás és az egyéb segédberendezések teljesítményszükséglete is.

Így pl. amíg meghatározott gőzjellezőkkel rendelkező nagynyomású kondenzációs szénportüzelésű erőmű önfogyasztása tényadatok alapján évi átlagban 8,2%, addig ugyanilyen

gőzjelmzők mellett, ha az erőmű 1,2 ata szabályozott elvételén fűtési hőenergiát is szolgáltat, mégpedig olyan mennyiségben, hogy az energiagazdálkodási mutatószám, azaz az évente 1 millió kalória leadott hőre eső villamosenergia fejlesztés 640 kWó, akkor a villamosenergia fejlesztésre vonatkoztatott önfogyasztás 12,7%. Ha ugyanezen erőműből a fűtési hőenergia szolgáltatásán kívül 10 ata nyomású szabályozott ipari gőzt is szolgáltatunk olymódon, hogy a teljes



16. ábra. A teljesítőképesség értékeltségéhez felrajzolt elvi kapcsolások. a : elvételes kondenzációsnak megfelelő felbontott rendszer ; b : elvételes kondenzációs fűtési rendszer ; c : ellen-yomású fűtési rendszer

energiagazdálkodási mutatószám évi átlagban 380 kWó/10⁶ kcal, akkor az önfogyasztás a villamosenergia fejlesztésre vonatkoztatva 14,6%.

Ha most nem tekintünk az erőmű nagyobb önfogyasztása következtében adódó különbségre és egyelőre még a hőszolgáltatással kapcsolt villamosenergia fejlesztés időbeli változására sem, az értékelhető villamos teljesítőképesség még

mindig lényegesen eltérhet az új kondenzációs erőmű hasonló értékétől. Ennek magyarázata, hogy a hőszolgáltató erőművekbe beépítendő kazántelesítőképesség ugyanolyan villamos teljesítőképesség elérése céljából lényegesen nagyobb lesz, mint a kondenzációs erőműben. A viszonyok egymástól különböznek aszerint, hogy a hőszolgáltató erőmű tisztán ellennyomású, vagy pedig elvételes kondenzációs rendszerű. A kondenzációs rész nélkül épített, tisztán ellennyomású ipari erőműnél a hőszolgáltatás biztonsága érdekében annyi kazánt kell építeni, hogy a tervszerű karbantartásra előirányzott egységeken kívül legyen egy tartalék-kazán a váratlan kiesések pótlására is. Ennek következtében kisebb erőműveknél, ahol a kazánok évi összes karbantartási ideje kevesebb, mint 8760 óra, kettővel több kazánra van szükség, mint a hőszolgáltatás csúcsértékének megfelelő kazánegységszám. Természetesen helyes — ha meg van rá a lehetőség — és az ipari erőművet egy meglévő kis- vagy középnyomású erőmű vagy kazánteleg mellé építjük — hogy a régi kazánokat használjuk fel tartalékként és ilyenkor ezt a két egységet nem kell újonnan beépíteni. Ha újonnan létesítendő ipari erőműről van szó, akkor igyekezni fogunk az év folyamán különböző mértékben rendelkezésre álló többlet kazántelesítőképességet kondenzációs turbinák felállításával a villamosenergia fejlesztésbe bekapcsolni, azaz elvételes kondenzációs turbinát alkalmazni. A 16. ábrán a-val jelölt kapcsolási vázlaton a könnyebb érthetőség végett 2 külön gépet tételeztünk fel, egy ellennyomásút és egy kondenzációt. A továbbiakban először ennek a különállónak feltételezett kondenzációs gépnek vizsgálatáról lesz szó (4.1. pont), majd azután rátérünk a hőszolgáltatás hatására (4.2. pont).

4.1. Uj elvételes kondenzációs erőmű kondenzációs részének értékelhető teljesítőképessége

Az ipari erőműnek kondenzációs résszel történő kibővítésével kapott villamos teljesítőképessége mindenképpen kevesebbet ér, mint valamely normális kivitelű kondenzációs erőműben, mégpedig az alábbi két okból:

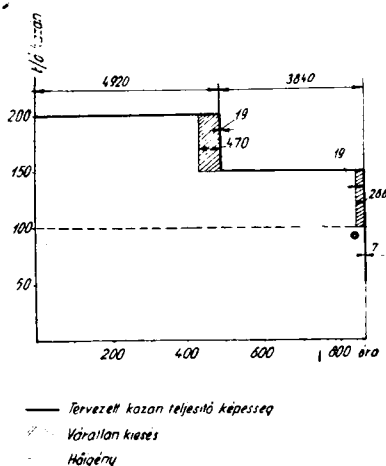
1. Karbantartási tartalék szempontjából figyelembe kell venni azt a körülményt, hogy ugyanazon villamos teljesítőképességhez több kazánt kell karbantartani.

Ha megint az előző példában felvett két kazános és két turbinás erőművet akarjuk most hőszolgáltató erőműként felhasználni, akkor a két kazánon kívül további két kazánt kell beépíteni az ismertett okokból. Amíg tehát a tisztán kondenzációs erőmű teljesítőképessége két kazán karbantartásának ideje alatt ($2 \times 960 = 1920$ ó/év) csökkent, addig a hőszolgáltatással kombinált erőműben ugyanazon villamos teljesítőképességre négy kazán revíziós ideje esik ($4 \times 960 = 3840$ ó/év). A karbantartási tartaléktényező nagysága adott esetben:

$$r_{R, er} = \frac{8760}{8760 - 1920} = 1,281$$

szemben a tisztán kondenzációs erőműnél érvényes $r_{R, kond} = 1,122$ értékkel. (A többletkarbantartási tartalékteljesítőképeség most $T_{R\Delta_e} = 5,48$ MW szemben a régebbi 2,74 MW-tal.)

2. Hasonló a helyzet a váratlan kiesések szempontjából. Mivel feltételezésünk szerint a hőfogyasztók hálózatát nem táplálja több erőmű, az ipari gőz-, vagy a fűtési hőszolgáltatás fenntartása érdekében kazánkiesés esetén elsősorban mindig a kondenzációs villamosenergia fejlesztést csökkentik, vagy ha kell, teljesen beszüntetik. Emiatt a nagyobb kazánszám következtében gyakrabban fordulnak elő váratlan kiesésből származó villamos teljesítőképeség-kiesések, mint valamely normális kondenzációs erőműben. A hálózatban ezért az elvételes kondenzációs erőmű kondenzációs teljesítőképeségének biztosítása végett nagyobb tartalékot kell tartani, mintha az erőműrendszert ugyanakkora villamos teljesítőképeség elérése



17. ábra. Hőszolgáltató erőmű üzemképességi diagrammja a tervszerű karbantartás és a váratlan kiesés figyelembevételével:

céljából kondenzációs erőművel bővítettük volna. Hőszolgáltató erőművek-nél tehát a kiesési tartam-diagrammok megállapításánál nem a turbinák, hanem a kazánok számából és jóságai számából kell kiindulni.

A 17. ábrán az említett két turbinából és most már négy kazánból álló hőszolgáltató erőmű üzemképességi diagrammja van. Az erőműben a 16. ábra a vázolata szerint négy db egyenként 50 t/ó teljesítőképeségű kazán van, az ipari fogyasztók egész évben egyenletesen 100 t/ó gőzt igényelnek, amit az ábrán külön ellennyomású gépből, a valóságban azonban szabályozott elvétellel adunk. Az elvételes kondenzációs turbinák kondenzátorában ezek szerint — a tápvíz-melegítésre szolgáló szabályozatlan megcsapolások hatását nem tekintve — az év folyamán minimum 0, maximum 100 t/ó gőzmennyiség áramlik. Feltételezve, hogy a kazánok évente egyenként 960 órát, azaz összesen 3840 órát vannak tervszerű karbantartásban, az ismertett eljárással megállapíthatjuk a kazánok váratlan kieséseit. $j = 0,974$ jósági számot feltételezve, a négy kazános üzemből egy kazán kiesésének valószínű időtartama 470 ó/év, két kazáné 19 óra/év. A 3840 órán át tartó három kazános üzemből egy kazán kiesésének valószínű időtartama 286 ó/év, két kazáné pedig 7 ó/év.

Ha tekintetbe vesszük még a turbina és a generátor jóságai számát, akkor a kazánokra megadott jóságai szám értéke valamennyivel csökken és végeredményben adott számpéldára azt

kapjuk, hogy a hőszolgáltató erőmű kondenzációs részének a kondenzációs turbinákra redukált jósági száma 0,947. Ezzel a jósági számmal szerkesztjük azután a kondenzációs teljesítőképesség kiesési tartamdiagrammját, majd a 11. és 12. ábrában ismertetett eljárás szerint az egyes teljesítőképességek többlet kiesési időtartamát (13. ábra b görbéje), a kiesett villamosenergia veszteség népgazdasági hatását különböző nagyságúra felvett üzemi tartalék függvényében (14. ábra b görbéje) és végül a gazdaságos üzemi tartalékokat (15. ábra c' jelű görbéje és C. pont = 100,6 MW)

Igy adódik, hogy a gazdaságos többlet üzemi tartalék $T_{\Delta er} = 100,6 - 99,1 = 1,5$ MW. Mivel a gyakorlatnak megfelelően a többletkazán-kapacitásból adódó tartalékolást az új erőmű kondenzációs részének ($N_{i' er}$) terhére kell írunk, ennek a generátorkapcsolatokon számított értékelhető teljesítőképessége:

$$N_{cs, g, er} = N_{i, r} - (T_{R\Delta er} + T_{\Delta er}) = 25 - (5,48 + 1,5) = 18,02 \text{ MW.}$$

Az üzemi tartaléktényező pedig:

$$r_{U, er} = \frac{N_{i, er} - T_{R\Delta er}}{N_{cs, g}} = \frac{25 - 5,48}{18,02} = 1,084$$

Ha a kondenzációs rész önfogyasztási tényezőjét egy normál kondenzációs erőművel azonosnak vesszük, akkor az ipari erőmű kondenzációs részlegének értékelhető teljesítőképessége:

$$N_{ért, er} = \frac{25}{1,1 \cdot 1,281 \cdot 1,084} = 16,35 \text{ MW}$$

az egyenértékűségi tényező pedig:

$$X = \frac{19,87}{16,35} = 1,21$$

azaz a tisztán kondenzációs erőmű a hálózati csúcspontnövekedés szempontjából 21%-kal ér többet, mint a hőszolgáltatással kombinált ipari erőműnek azonos beépített teljesítőképességű kondenzációs része.

4.2 A hőigény időszakos változásának hatása a hőszolgáltató erőmű értékelhető teljesítőképességére

A hőszolgáltató erőművek teljesítőképességének értékelését eddig az erőműben belülről adódó különbségek alapján végeztük el, azaz nem voltunk tekintettel a fogyasztók igényeinek változására. Amint a bevezetőben láttuk, a hőfogyasztók igénye azonban a nap vagy az év folyamán periódikusan változik. Ha a hőszolgáltató turbina tisztán ellennyomású rendszerű, akkor a hőigény változásával majdnem párhuzamosan változik a turbina teljesítőképessége is. Ha a hőszolgáltatás azonban szabályozott elvételén keresztül, egyébként kondenzációs turbinából történik, akkor a kondenzációs teljesítőképességet — legalábbis bizonyos határokon belül — a villamos terhelés arányában lehet szabályozni.

További vizsgálatainknál a hőszolgáltatást mint fűtési hőigényt vesszük tekintetbe, mivel ennek változása általánosabban és statisztikai adatok alapján jobban követhető, mint az ipari gőzigényeké.

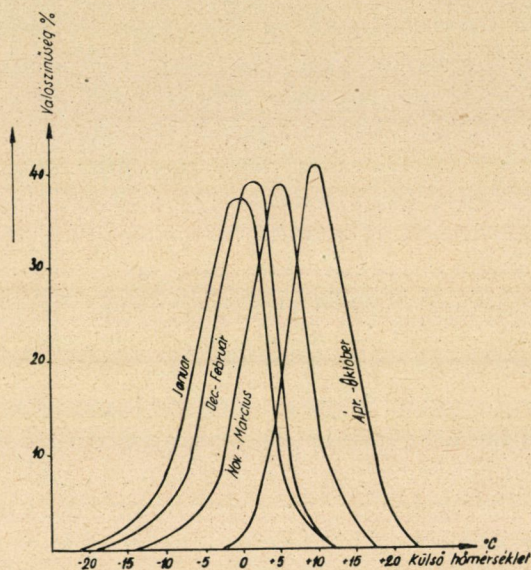
A hálózat szempontjából a fűtőerőmű teljesítőképessége csak akkor értékelhető, ha a hálózat ezzel a teljesítőképességgel bármely időpontban megfelelő biztonsággal számolhat. Az ilyen módon, biztonsággal előírányzott teljesítőképesség mértékéig a fűtőerőmű kondenzációs erőművet is helyettesít, ezt a teljesítőképességet tehát a hálózati terhelések felosztásánál tekintetbe lehet és kell venni. A hőigénynek a külső hőmérséklettől függő változásából következik azonban, hogy adott időpontban az erőműnek nincs meghatározott teljesítőképessége, hanem csak a külső hőmérséklet valószínűségével meghatározott valószínű teljesítőképesség értékei vannak. A hálózat szempontjából értékelhető teljesítőképesség eszerint csak valószínűségszámítás útján határozható meg.

A külső hőmérséklet időbeni lefolyását már a 2. ábrával kapcsolatban ismertettük. Az egyes hónapokban a hőmérséklet lefolyása csak bizonyos statisztikai valószínűséggel ismeretes, amint ezt budapesti viszonyokra a 18. ábra mutatja. Az ábrából látható, hogy pl. január hónapban a külső hőmérséklet -21 és $+12^{\circ}\text{C}$ között változik, a legvalószínűbb érték -1°C körül van. Ha tehát az erőművet január hónapban a legvalószínűbb -1°C külső hőmérséklet-hez tartozó teljesítőképességgel vennénk az országos terheléelosztásnál előírányzatba, akkor kb. az esetek felénél az erőmű teljesítőképessége az előírányzottnál nagyobb, másik felénél pedig ennél kisebb lenne. Világos, hogy az országos együttműködő rendszerben jelentős és meg nem engedhető teljesítőképesség-hiányok mutatkoznának.

Elvileg akkor járnánk el helyesen, ha kombinált valószínűségszámítással állapítanánk meg a fűtőerőműnek az előírányzathoz képest megváltozott teljesítőképességének és a hálózat egyéb erőművei váratlan teljesítőképesség kieséseinek összeesési valószínűségét. Az ilyen vizsgálatot el kellene végezni a fűtési idény minden hónapjára és napjára, de ezen túlmenően az egyes napokon belül a villamos terhelés és a hőterhelés együttes lefolyására is. A számítások bonyolultsága miatt elegendőnek látszik, ha a fűtőerőmű teljesítőképességének csökkenését úgy vizsgáljuk, hogy nem vagyunk tekintettel a rendszerben lévő üzemi tartálékokra, csupán azt vesszük figyelembe, hogy a villamosenergia-fogyasztás egy nagy rendszer összes fogyasztásának felel meg.

Ilyen módon a fűtőerőmű teljesítőképességére a valósághoz képest kisebb értéket kapunk, az elkövetett hiba azonban nem lényeges. Olyan kis országban, mint Magyarország, ahol az ország területén belül lényeges és tartós hőfokkülönbségek nem igen vannak, tulajdonképen az összes fűtőerőművek együttes hőterhelését kell figyelembe venni, ill. az ezekhez tartozó villamos teljesítőképességeket kell a hálózat villamos terhelésével egybevetni. Ez megoldható oly módon, hogy vagy a vizsgált fűtőerőmű teljesítőképességet megnöveljük az ország összes fűtőerőműveinek teljesítőképességéig, vagy pedig a rendszer terhelési viszonyait redukáljuk a vizsgált fűtőerőmű és az összes fűtőerőmű együttes teljesítőképességének arányában. A számításnál az utóbbi módot választottuk.

Az Erőmű Tervező Irodában a dunai vízerőművel kapcsolatban elvégzett és később ismertető értékelési számítások analógiájára Sóváry Emil, Pető József és Ócsai Mihály bevezették a változó hőmérsékletek statisztikai értékelését. A számítási eljárás lényege, hogy — ugyanúgy, amint a váratlan kiesések fedezésére szolgáló gazdaságos üzemi tartalékok meghatározásánál — havonta megállapítjuk azt a külső hőmérsékletet, és az ahhoz tartozó fűtőerőmű teljesítőképességeket, amelyhez képest adódnak ugyan hidegebb hőmérsékletek és így teljesítőképességsökkenések is, de az ezek következtében keletkező népgazdasági kár nem okolja meg a fűtőerőmű előirányzott teljesítőképességének

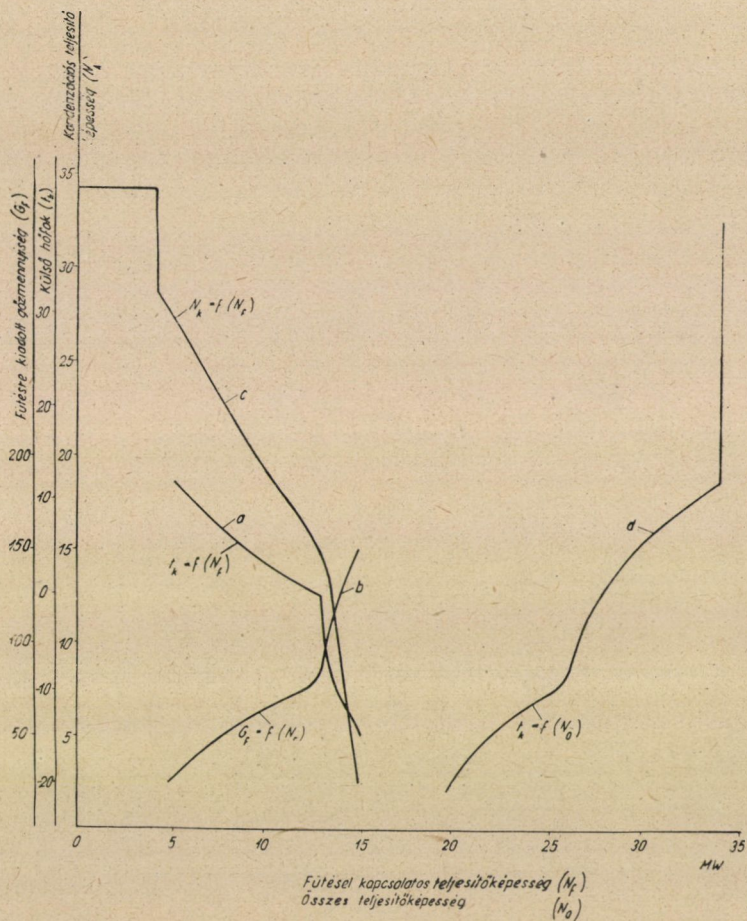


18. ábra. Hőmérséklet gyakorisági diagrammok

csökkentését. Ha ugyanis a fűtőerőmű teljesítőképességéből a külső hőfokváltozások következtében hiányzó rész pótlására ugyanakkora teljesítőképességű kondenzációs erőművet építünk, akkor annak beruházási költségei a rendszert terhelik. A gazdaságosan értékelhető teljesítőképesség ott van, ahol a népgazdasági kár és a többlet kondenzációs teljesítőképesség beruházási költség-hányadának összege legkisebb.

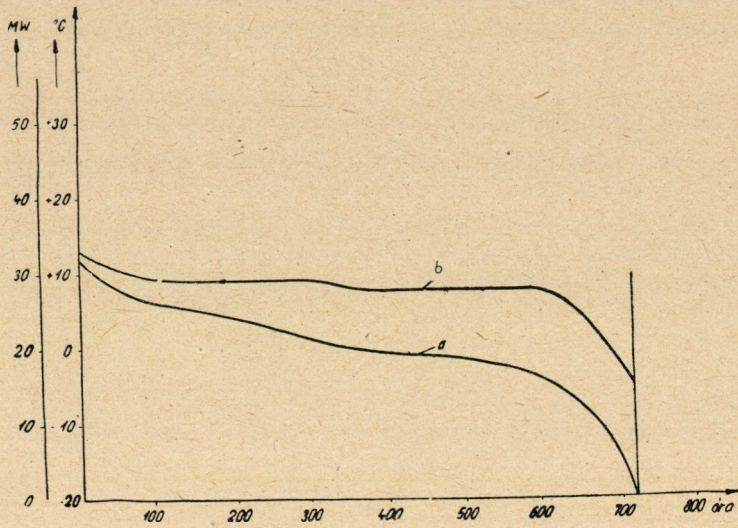
További vizsgálatok alapjául a szovjet AT-típusú egyszeres elvételes kondenzációs turbinát választjuk, amelyekből két egységet építünk be összesen 37,5 MW teljesítőképességgel. A turbinákhoz példaképpen a 16. ábra b vázolata szerint 3, egyenként 50 t/ó teljesítőképességű középnyomású kazánt alkalmazunk, amelyek összes teljesítőképessége 34 MW, ennyi tehát az erőmű beépített teljesítőképessége. A fűtésre kiadott, valamint a kondenzátorba menő gőzmennyiség szélső értékeit a kapcsolási vázlat melletti táb-

lázat tünteti fel. Első feladatunk, hogy meghatározzuk a választott hőkapcsolással és kezdő, valamint befejező gőzjellemzőkkel rendelkező erőmű fűtéssel kapcsolatos, tehát ellennyomásban fejlesztett teljesítményének (N_f) változását a

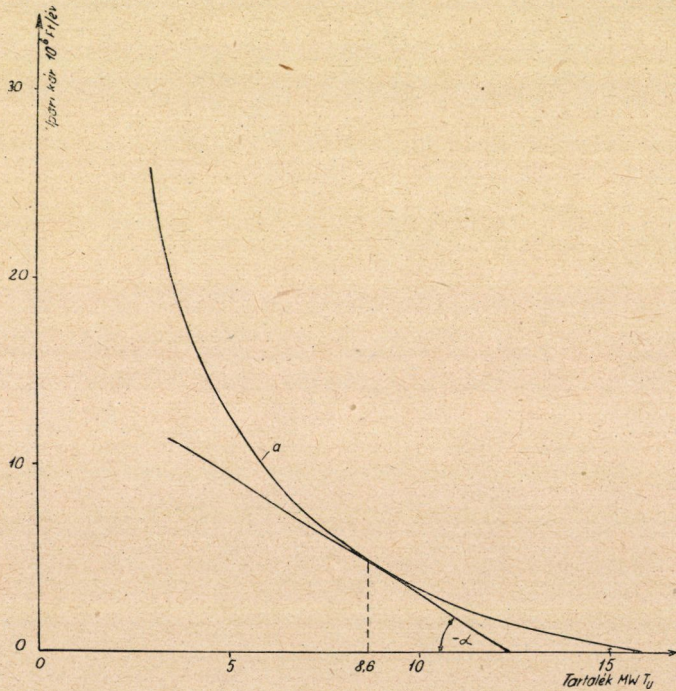


19. ábra. A választott fűtőerőmű jellemző görbéi. a : fűtéssel kapcsolatos villamos teljesítmény a külső hőfok függvényében ; b : fűtési gőzigény a fűtéssel kapcsolatos villamos teljesítmény függvényében ; c : kondenzációs teljesítmény a fűtőteljesítmény függvényében ; d : a hőszolgáltató erőmű összes teljesítőképessége a külső hőmérséklet függvényében

külső hőmérséklet (t_k) függvényében (19. ábra a görbéje). Ehhez tartozik a fűtésre óránként kiadott gőzmennyiség (G_f) változása a fűtéssel összefüggő villamos teljesítmény (N_f) függvényében (19. ábra b görbéje). Ha a kazánok teljesítőképességét állandóan 150 t/óra vesszük fel és az elvételes kondenzációs erőmű kondenzációs részét úgy méretezzük, hogy az a legkisebb külső hőmérsékletnél már gyakorlatilag üresen fut, akkor a turbina kondenzációs teljesítőképességét



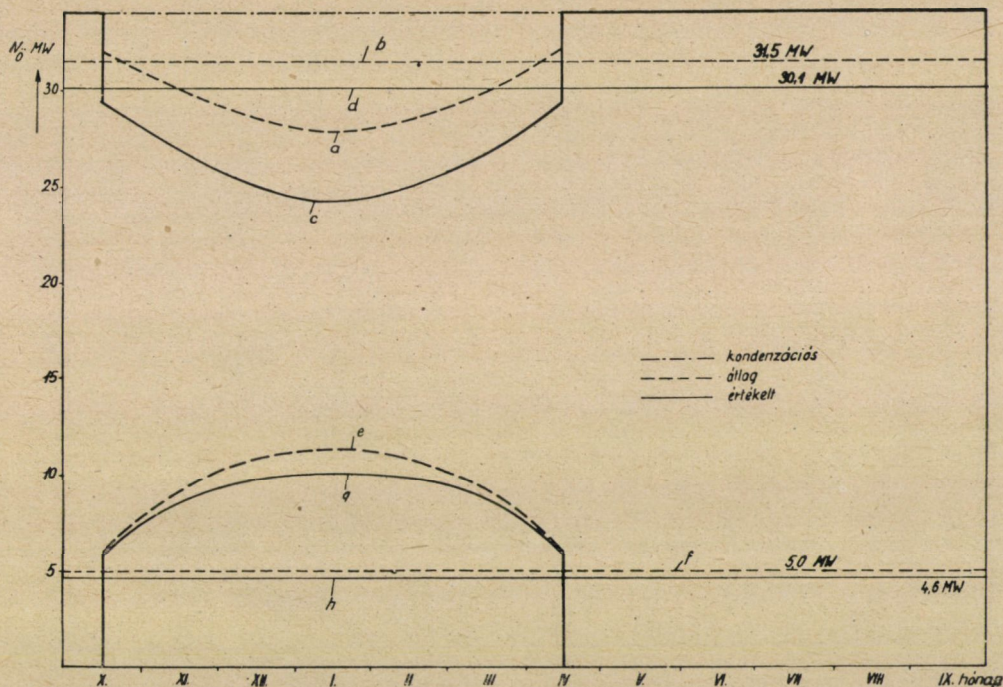
20. ábra. Fűtési tartamdiagrammok. *a*: január havi hőfok tartamdiagramm; *b*: január havi teljesítőképesség tartamdiagramm



21. ábra. Fűtőrendszer gazdaságosan előírt teljesítőképességének meghatározása. *a*: ipari korlátozás a tartalék teljesítőképesség függvényében

(N_k) a fűtési teljesítőképesség (N_f) függvényében a 19. ábra c görbéje mutatja. Az összes teljesítőképességet (N_θ) a d görbe jelzi.

Az erőmű teljes teljesítőképességének változását az év folyamán — figyelmen kívül hagyva egyenlőre a karbantartások okozta teljesítőképességcsökkenéseket — a 22. ábra a vonala szemlélteti. Az ábra mutatja, hogy a fűtési időny alatt a fűtési hőszolgáltatás következtében az erőmű átlagos teljesítőképessége hogyan csökken, a fűtési hőszolgáltatás



2. ábra. Hőszolgáltató erőművek teljesítőképességének változása. a: elvételes kondenzációs turbina átlaghőfokok alapján; b: ugyanennek évi átlaga; c: elvételes kondenzációs turbina gazdaságosan értékelve; d: ugyanennek évi átlaga; e: ellennyomású turbina átlaghőfokok alapján; f: ugyanennek évi átlaga; g: ellennyomású turbina gazdaságosan értékelve; h: ugyanennek évi átlaga

miatt, tekintetbevéve a külső hőmérsékletnek sok éves átlag alapján várható alakulását. Ezt a vonalat — az egyéb tényezők hatásának kirekesztése céljából — úgy szerkesztjük meg, hogy a fűtési időny alatt (4380 ó) a fentiek szerint változó, az év második felében pedig állandó és a beépített teljesítőképességgel azonos nagyságu teljesítőképességet tételezünk fel. Az így meghatározott átlagérték (b -vonal) $N_{\tau_{\text{átl}}} = 31,5$ MW. A sokéves átlaghőfokok alapján számított időtényező tehát:

$$\tau_{\text{átl}} = \frac{34}{3,15} = 1,08$$

Az értékelhető teljesítőképesség meghatározása céljából tekintetbe kell venni még a fűtőerőmű többletönfogyasztását, karbantartási és üzemi tartalékait.

Az eljárás azonban nem kielégítő pontosságú, mert nem lehet a külső hőmérséklet lefolyását előre megállapítani, csak a valószínű értékeket. Ezek pl. január hónapban a 18. ábra gyakorisági eloszlása alapján a 20. ábra *a* görbéje szerint alakulnak. Ezekkel felrajzolható az erőmű villamosteljesítőképessége tartamdiagramm alakjában, amit a 20. ábrán a *b* vonal jelez. A kérdéses erőmű teljesítőképessége tehát január hónapban 32,8 és 15 MW között változik. A 10. ábrán ismertetett eljáráshoz hasonlóan megállapíthatjuk a hiányzó teljesítőképesség pótlására különböző nagyságúra felvett kondenzációs teljesítőképességeknél a fogyasztói korlátozás mértékét (21. ábra *a* vonal) és ehhez a beruházási költséghányadnak az abszcissa tengelyhez képest tükörképben felrajzolt egyenesével (*b*) érintőt húzunk. Az érintési pont adja a január hónapban szükséges többlet kondenzációs teljesítőképességet, amelyet levonva a fűtőerőműnek az illető hónapra megállapított legnagyobb teljesítőképességéből, kapjuk az illető hónap gazdaságos előírányzott teljesítőképességét. (Pl. január hónapban $32,8 - 8,6 = 24,2$ MW.) Ugyanezt a műveletet elvégezzük a fűtési idény többi hónapjára is és így kapjuk a 22. ábra *c* görbéjét, és ennek átlagértékeként a *d* vonalat, amely 30,1 MW-nak felel meg. A gazdaságosan előírányzott teljesítőképességek alapján meghatározott időtényező :

$$\tau_{\text{gazd}} = \frac{34}{30,1} = 1,13$$

nagyobb, mint az átlaghőfokok alapján számított τ_{atl} .

A karbantartási tartalékokat elvben úgy számítjuk, amint azt a 4.1 pontban megismertük. Tekintve azonban, hogy adott esetben a kondenzációs teljesítőképességnek megfelelő számú kazánt építettük csak be és a kazánok karbantartása a fűtési idényen kívül történik, a karbantartási tartalék (T_{RA}) abszolút értékben megegyezik az ugyanolyan beépített teljesítőképességgel bíró kondenzációs erőműével. Hasonlóképpen azonos nagyságú az üzemi tartalék-teljesítőképességben adódó különbség is. A segédüzemi energiafogyasztás abszolút értéke nem változik számottevő módon.

Ha a fűtési hőszolgáltató erőművet tisztán ellennyomású rendszerben építjük a 16. ábra *c* vázlata szerint, mégpedig a felvett példában 1,5 ata állandó ellennyomásra, akkor az erőműnek teljesítőképessége egyáltalában csak a fűtési idő alatt van. Ezt a teljesítőképességet megint a 19. ábra *a* vonala szerint tudjuk számolni és azt kapjuk, hogy az erőmű legnagyobb teljesítőképessége a havi átlaghőfokok alapján (22. ábra *e*-görbéje) január hónapban 11,4 MW, évi átlagban kereken 5 MW (*f*-görbe). Ha tekintetbe vesszük a hőfokváltozások gyakorisága alapján számított gazdaságosságot az előzőkben ismertetett eljárás értel-

mében (*g*-görbe), akkor a január havi gazdaságosan értékelhető teljesítőképesség 10 MW, az évi átlag 4,6 MW (*h*-görbe); az időtényező tehát az átlagos teljesítőképességekkel való számítás esetében:

$$\tau = \frac{11,4}{5} = 2,3$$

a gazdaságosan értékelhető teljesítőképességekkel való számítás esetében pedig

$$\tau = \frac{10}{4,6} = 2,18$$

Természetesen a teljesítőképességértékek nőnek, ha az ellennyomást a mi éghajlati viszonyainknak megfelelően csökkentjük és tovább nőnek, ha a fűtést változó-ellennyomással végezzük úgy, ahogy azt két újonnan épülő és távhőszolgáltatással ellátott erőműünkben be is vezettük.

A fűtőerőmű teljesítőképességének értékelését kétféleképpen képzelhetjük el. Az egyik eljárás szerint szembeállítjuk az évi átlagos és gazdaságosan értékelhető teljesítőképességet az ugyanolyan kazánkapacitással rendelkező kondenzációs erőmű teljesítőképességével és így azt kapjuk, hogy a fűtőerőmű az említett példában a kondenzációs erőműnek csak

$$100 \cdot \frac{4,6}{34} = 13,5\%_0\text{-át éri, amely érték}$$

némileg növekedik az alábbiak következtében.

Az ellennyomású fűtőerőmű karbantartási tartaléktényezője

$$r_{R, er} = 1$$

mivel a karbantartások a fűtési időnyen kívül elvégezhetők. Üzemi tartaléktényezője hozzávetőlegesen számítva

$$r_{U, er} \approx 1,008$$

kisebb, mint a kondenzációs erőműnél, mert váratlan kiesések csak félévig jelentkezhetnek, továbbá a fűtési csúcsigény idején kívül a kazánkiesés csak részleges korlátozást okoz. Az önfogyasztási tényező körülbelüli értéke

$$\varepsilon_{er} = 0,16$$

Fenti korrekciók tekintetbevételével ugyanolyan kazánkapacitást feltételezve a fűtőerőmű egyenértékűségi tényezője:

$$X = \frac{1 \cdot 1,008 \cdot 1,16}{1,122 \cdot 1,018 \cdot 1,1 \cdot 0,135} = 6,89$$

Az ilyen módon kapott értékelés javul az ellennyomású fűtőerőmű szempontjából, ha akár a hálózati csúcsterhelések burkológörbéjének alakulása, akár nagyszámú fűtőerőmű építése következtében a kondenzációs erőművek karbantartását már nem kell az egész év folyamán végezni. Ekkor ugyanis a fűtőerőmű üzemideje alatt megfelelő számú és nagyságú kondenzációs teljesítőképesség tartható karban, azaz csökkenthető a rendszer karbantartási tartaléka. Ettől az állapottól azonban a hazai rendszer egyelőre még — sajnos — elég távol van.

Ez az eljárás azonban félremagyarázható és több okból korrekcióra szorul. Nem tekintve azt a már említett körülményt, hogy az expanzió alsó határának csökkentésével a villamos teljesítőképességet lényegesen meg lehet növelni, meg van a lehetősége annak is, hogy a kazánteljesítőképességet nem a csúcsigényre méretezzük, hanem — amint szokásos — az évi csúcsigény kb. 60%-ára. Helyesen tehát akkor járunk el, ha a kazánok gazdaságosan megállapított számából adódó legnagyobb ellennyomású villamos teljesítőképességet vesszük alapul és definíciónk értelmében az időtényezőt úgy állapítjuk meg, hogy a hőfokváltozás gyakoriságát tekintetbevevő évi átlagos teljesítőképességet állítjuk szembe ezzel a beépített villamos teljesítőképességgel. Adott számpéldában az így kapott időtényező

$$\tau' = \frac{11,4}{4,6} = 2,48 \text{ lesz.}$$

Az egyenértékűségi tényezőt, úgy mint az előbbiekben, az önfogyasztási tényezőben és a tartaléktényezőkben adódó különbségek figyelembevételével kell megállapítani. Ilyenkor az elvételes kondenzációs és az ellennyomású rendszer között a hőszolgáltatás rendszerében adódó különbség az értékelhető teljesítőképességnél nem jut kifejezésre. Könnyen és helyesen tekintetbe vehető azonban az egyenértékűségi tényezőkben kifejezésre jutó számszerű értékeken kívül a gazdaságossági számításoknál. Adott villamosenergia csúcsigény és adott hőszolgáltatási igény kielégítésére ugyanis változatként vagy elvételes kondenzációs erőművet, vagy ellennyomású fűtőerőművet és ennek kiegészítésére az adott hálózati csúcsigény-megszabta értékig kondenzációs erőművet, vagy pedig tisztán kondenzációs erőművet és fűtőművet kell építeni. Mindhárom változatban az évi összes költségeket, tehát mind a beruházási költségányad,

mind az üzemköltségek összegét, kell egymással szembeállítani. Kiindulási alap az elvételes kondenzációs erőmű értékelhető villamos teljesítőképessége lehet, ehhez képest kell figyelembe venni az ellennyomású rendszer értékelt teljesítőképességéből adódó kondenzációs hiány-erőművet.

4.3 Következtetések

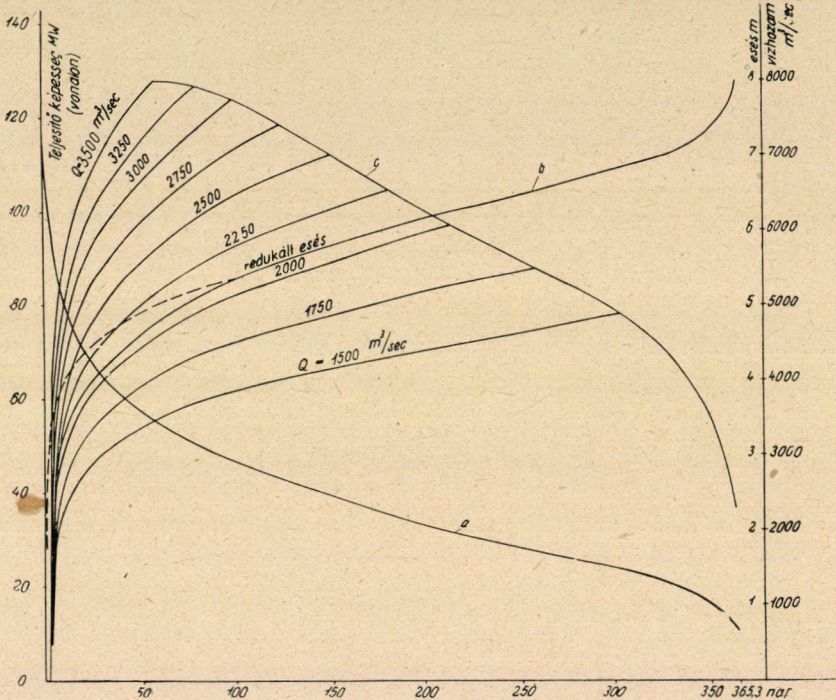
Újólág hangsúlyozom, hogy az ismertetett számítási eljárás a hőszolgáltató erőművek gazdasági tervezésénél adódó feladatoknak csak egyik részével, az új teljesítőképesség értékelésével foglalkozik. A létesítmény felett azonban sohasem szabad egyoldalúan csak ebből a szempontból bírálatot mondani, hanem egyéb, döntő fontosságú kérdéseket is figyelembe kell venni. Ezek közül az első az összeggazdaságosság, ami alatt azt értjük, hogy az új hőszolgáltató erőművet úgy kell tervezni, létesíteni és üzemét irányítani, hogy az energia-termelőket — a teljes rendszer figyelembevételével — a fogyasztói helyeken a legkisebb népgazdasági összköltség terhelje. A kérdések szerteágazó és bonyolult volta miatt ezekre most természetesen nem térhetek ki. Főként a tüzelőanyag-fogyasztás, azaz az erőmű hatásfokának megállapításánál azonban igen nagy óvatosságra van szükség. Tapasztalati tény ugyanis, hogy az iparművek nagy része — főleg az állandó fejlődésben lévő technológiai eljárások változása következtében — gőzigényét mind a mennyiségek és a nyomás, mind a fogyasztás egyenletessége tekintetében elég gyakran és elég nagy mértékben változtatja. Fokozott mértékben érvényes ez a fűtési fogyasztókra, amelyek — szinte megállás nélkül — szaporodnak. Ez a körülmény ellennyomású turbinák esetében igen kedvezőtlenül hat, mert ezek hatásfoka — főként nagy kezdő nyomásoknál — a terheléssel nagymértékben változik. Így adódhatik, hogy — noha a tervek szerint az ellennyomású rendszer kedvezőbb lenne, mint az elvételes kondenzációs — az év átlagában utóbbi mégis gazdaságosabb lesz. Ellennyomású turbinák hátrányára van az a körülmény is, hogy kevésbé-típusálhatók és így többet szerkesztési és gyártási kapacitást foglalnak le. Fenti megfontolások alapján a Szovjetunióban az ellennyomású turbinák alkalmazását az alábbi esetekre korlátozzák:

- a) előtérerőművekre,
- b) egyenletes gőzszolgáltatást igénylő ipari erőművekre,
- c) igen nagy, szerkezetileg még meg nem oldott elvételt jelentő gőzigények kielégítésére.

Jóllehet szénbányászatunk helyzete a széntakárékoságot nálunk talán még parancsolóbban írja elő, mint a Szovjetunióban, másrészt azonban az ipar- és várostervezés kezdetlegesebb volta és gyártó iparunk szűk kapacitása mindenkép megokolják, hogy a szovjet tapasztalatokat ezen a téren az eddigieknél nagyobb mértékben tartsuk szem előtt.

5. Folyami vízerőművek értékelhető teljesítőképessége

A tározóképeség nélküli folyami vízerőművek értékelhető teljesítőképessége a bevezetőben levezetett összefüggések következtében három szempontból tér el a névleges teljesítőképességtől. Az önfogyasztás (ϵ) a vízerőműveknél egészen alárendelt jelentőségű és elhanyagolhatóan kicsi. A tartalékok kérdését — mint eddig is tettük — nem csupán a vízerőmű, hanem az egész együttműködő rendszer vizsgálatával kell figyelembe venni, amire később még vissza-



23. ábra. Dunai vízerőmű. Vízhozam tartósság, eséstartósság és hidrológiai teljesítőképesség-tartósságok. (Kucsagörbék.) a : vízhozamtartósság ; b : eséstartósság ; c : teljesítőképesség-tartósság

térünk. Az értékelhetőség szempontjából kondenzációs hőerőművekkel összehasonlítva, folyami vízerőműveknél a leglényegesebb különbség az ú. n. időtényezőben (τ) mutatkozik, annak következtében, hogy a tározóképeség nélküli vagy kis tározóképeségű folyami vízerőmű tényleges, pillanatnyi teljesítőképessége a folyam pillanatnyi vízhozamától függ és a vízhozam ingadozásának megfelelően tág határok között változik. A változás mérvére jellemző, hogy hazai nagy folyóink közül a Dunánál 10 év megfigyelései alapján a legkisebb vízhozam a legnagyobbhoz úgy aránylik, mint 1 : 14, a Tiszánál pedig úgy, mint 1 : 76, a Hernádnál 1 : 140 stb.

A vízerőművek úgynevezett kiépítési vízhozamát régebben aránylag kicsire választották, azaz igyekeztek az erőművet a kiépítési vízhozamra vonatkoztatva lehetőleg jó kihasználásúra építeni. Ez az irányzat azonban energia-gazdálkodási szempontból nem tekinthető helyesnek, mert hiszen következménye, hogy az év igen nagy részében a folyón többé-kevésbé nagy vízmennyiség kihasználatlanul folyik le. Az újabb irányzat, hogy a kiépítési vízhozamot mindinkább a kisebb tartósságok irányában állapítják meg. Jellemző erre a Rajna svájci szakaszának hasznosítása, amelyen az első, kb. 50 éve üzemben lévő Rheinfelden vízerőművet 85%-os, a később épített Laufenburg erőművet 60%-os, a most épülő Birsfelden erőművet pedig 34%-os vízhozamra tervezték. Ennek az általános és főként szénenergiagazdálkodási szempontból igen helyes továbbfejlesztésnek következménye, hogy a vízerőmű az év igen jelentős részében kisebb teljesítőképességgel, sőt, sokszor lényegesen kisebb teljesítőképességgel áll a hálózat rendelkezésére, mint ha helyette ugyanakkora beépített teljesítőképességű kondenzációs hőerőmű létesült volna.

Ennek következtében a később ismertetendő gazdaságossági számítások a vízerőmű időben változó teljesítőképességcsökkenésének megfelelően a fogyasztók biztonságos ellátása érdekében a vízerőmű értékelhető teljesítőképességét kívánják megállapítani.

A további számításokat a Dunán tervezett vízlépcsővel kapcsolatban ismertetjük. Kiindulásként ismerni kell természetesen az illető folyamszakasz vízhozam és teljesítőképesség tartóssági diagrammjait. A 23. ábra a görbéje az 1901—50. évre vonatkozó vízhozamtartósságot, a *b* görbe pedig a hozzátartozó eséstartósságot jelenti. A két görbe alapján különböző kiépítési vízhozamokhoz meg lehet állapítani a teljesítőképességet az

$$N = 7,7 \cdot Q \cdot H \quad \text{MW}$$

megközelítő összefüggés alapján, ahol:

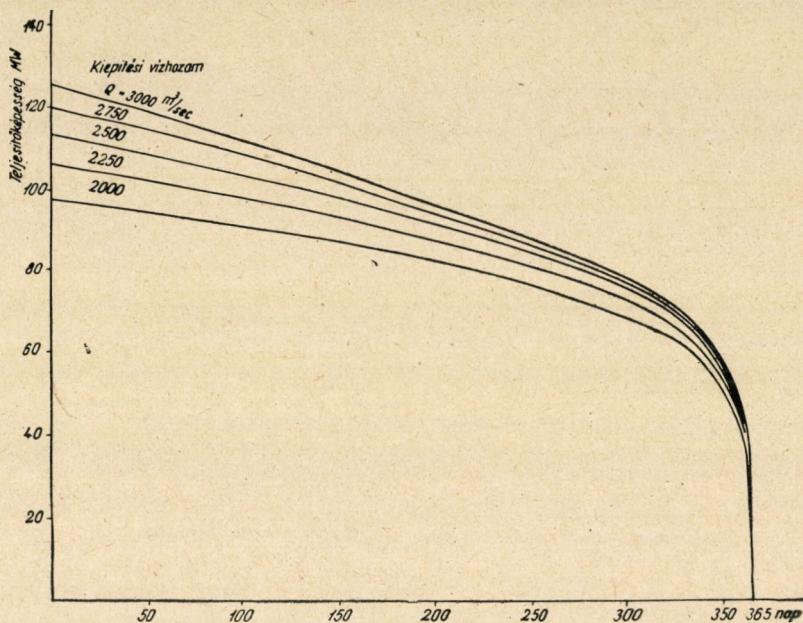
N = a vonalra adható teljesítőképesség, MW

Q = a turbinák által feldolgozott vízmennyiség, m³/sec

H = a különböző vízhozamokhoz tartozó esésmagasság, m.

Az ily módon számított teljesítőképesség-diagrammokat (kúcsmagörbék) a 23. ábra *c* vonalai mutatják. A teljesítőképesség görbéinek rendezésével kapjuk a 24. ábrában vázolt teljesítőképesség tartamdiagrammokat, amelyek egyúttal a vízerőmű teljesítőképesség kieséseinek tartóssági diagrammjai is. Teljesítőképesség-kiesést eredményeznek vízerőműnél az árvizek, amidőn a meghatározott és megengedett duzzasztási vízszint betarthatósága érdekében kell a duzzasztóművet néha teljes egészében kinyitni, télvíz idején az ú. n. jeges vizek, valamint a kisvizek. Folyami vízerőműveknél és így a Dunánál is, különösen az árvizek igen nagy és hirtelen teljesítőképességcsökkenést okozhatnak, ami annál kellemetlenebb, mert csak igen rövid idővel jelezhetők előre. Ha az előrejelzés

megfelelő hosszú időre történhetnék, akkor könnyű lenne a hőerőművek karbantartási idejét úgy beosztani, hogy a vízerőművek teljesítőképességkiesése idején megfelelően kevesebb hőerőmű legyen karbantartásban. Ezt a lehetőséget ki lehet használni az esetben, ha az év meghatározott időszakában a vízerőmű vagy rendszeresen nagy, vagy rendszeres kis teljesítőképességű. Így pl. a Szovjetunióban, ahol a folyami vízerőművek a jelenleg folyó öt éves terv végére kb. az összes energia 25 százalékát fogják szolgáltatni, a nagy szovjet folyók tavaszi vízbőségét igen nagy mértékben kihasználják a hőerőművek

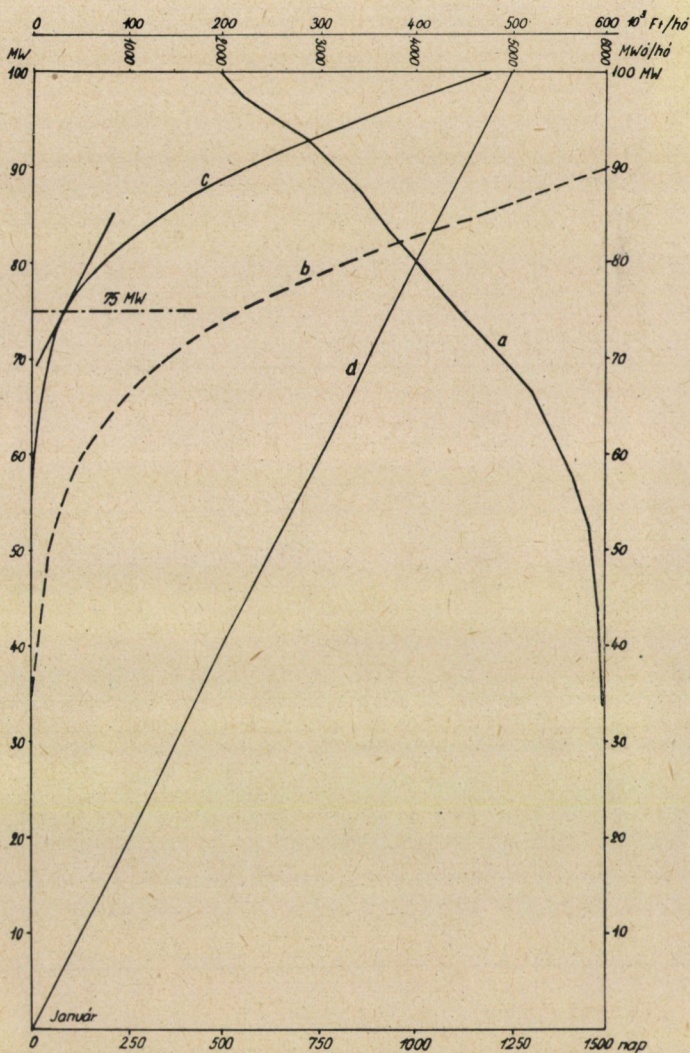


24. ábra. Dunai vízerőmű, teljesítmény tartóssági diagrammok.

karbantartási programjának összeállításánál, amelyet főként a tavaszi időre összpontosítanak. A mi viszonyaink között a Dunával kapcsolatban végzett részletes vizsgálatokból az derül ki, hogy a vízhozam változásának előrebecsülhetősége legfeljebb három-négy napra van meg, ami túl rövid idő ahhoz, hogy a hőerőművek karbantartási programjával ehhez alkalmazkodni lehessen. Vizsgálatainkat ezért a továbbiakban abból a feltételből kiindulva végezzük el, hogy a vízerőmű teljesítőképessége előre egyáltalában nem jelezhető, ami az értékelhetőséget némileg csökkenti.

Ahhoz, hogy a gazdaságosan értékelhető vízerőmű teljesítőképességet megkapjuk, szükséges, hogy bizonyos mértékig fogyasztói korlátozást engedjünk meg. A vízerőműnek a legnagyobb névleges teljesítőképességéhez képest kisebb teljesítőképesség értékeit úgy tekinthetjük, mint hőerőműveknél a

váratlan kieséseket, vagy pedig fűtőerőműveknél a külső hőfokok okozta teljesítőképességszökkenéseket. Mivel a teljesítőképesség tartamdiagrammjá-



25. ábra. A dunai vízerőmű január havi gazdaságos telj. képességének meghatározása. a : teljesítőképesség tartamdiagrammja (MW-nap); b : a havonta kieső villamosenergia az értékelt teljesítőképesség függvényében ($MW/hó—MW$); c : az ipari kiesés forint értéke az értékelt teljesítőképesség függvényében (10^3 Ft/hó— MW); d : tartalék beépítéséből származó eredő évi költségek vonala (10^3 Ft/hó— MW)

ban a legnagyobb teljesítőképességhez képest hiányzó teljesítőképességek adják a vízerőmű váratlan kieséseinek tartamdiagrammját, meg kell állapítani azt a tartalékot, amely a kiesések csökkentésére hőerőművekben tartandó.

A gazdaságosan értékelhető teljesítőképességet ott kapjuk, ahol a kiesések okozta fogyasztói korlátozás következtében keletkező népgazdasági kár forintértéke, valamint az ennek elkerülésére szükséges kiegészítő hőerőmű építéséből származó évi beruházási költséghányad együtt legkisebb értéküket érik el.

Az ezirányú vizsgálatokat — egyelőre figyelmen kívül hagyva a hőerőmű-rendszer tartalékviszonyait — minden hónapra külön elvégezte az Erőmű Tervező Iroda, vagyis havonként állapítottuk meg a vízerőmű gazdaságosan értékelhető teljesítőképességét. A 25. ábra a görbéje pl. a január hónapra számított teljesítőképességek tartósságát mutatja 50 éves időszakra, vagyis azt jelzi, hogy a teljesítőképesség 50 év alatt összesen hány napon át volt nagyobb, mint egy tetszés szerinti teljesítőképesség. Azaz más szóval, hogy a tetszőleges teljesítőképesség január hónapban 50 év alatt hány napon át hiányzott. Az ábrából az is megállapítható, hogy a vízerőművet tetszőleges teljesítőképességre értékelve, 50 év alatt az illető hónapban összesen mennyi lett volna az energia-kiesés. Ezt az értéket ugyanis az a terület jelképezi, amelyet a teljesítőképesség tartamdiagrammja és egy tetszőleges teljesítőképesség vonala bezár. Ezeket az értékeket különféle teljesítőképességekhez meghatározva, átlagos januári hónapra vonatkoztatva az ábra *b*-görbéjét kapjuk.

További feladatunk annak meghatározása, hogy milyen módon változik a vízerőmű teljesítőképességsökkenés okozta fogyasztói korlátozásokból származó kár forintértéke a vízerőmű különböző értékelt teljesítőképességénél. A számítást ugyanúgy végeztük el, mint azt az üzemi tartalék meghatározásánál megismertük, azaz a vízerőmű kiesési tartamdiagrammján kívül ismerni kell az együttműködő rendszer terhelési csúcsának tartamdiagrammját is. A teljesítménykorlátozás okozta kárt számítva kapjuk a 25. ábra *c* görbéjét. Ugyanezen ábra *d* görbéje jelzi a kiegészítő hőerőmű beépítéséből származó évi költséghányadot, azaz az ezzel a vonallal párhuzamosan húzott egyenes érintési pontja adja meg a január havi gazdaságosan értékelhető teljesítőképességet.

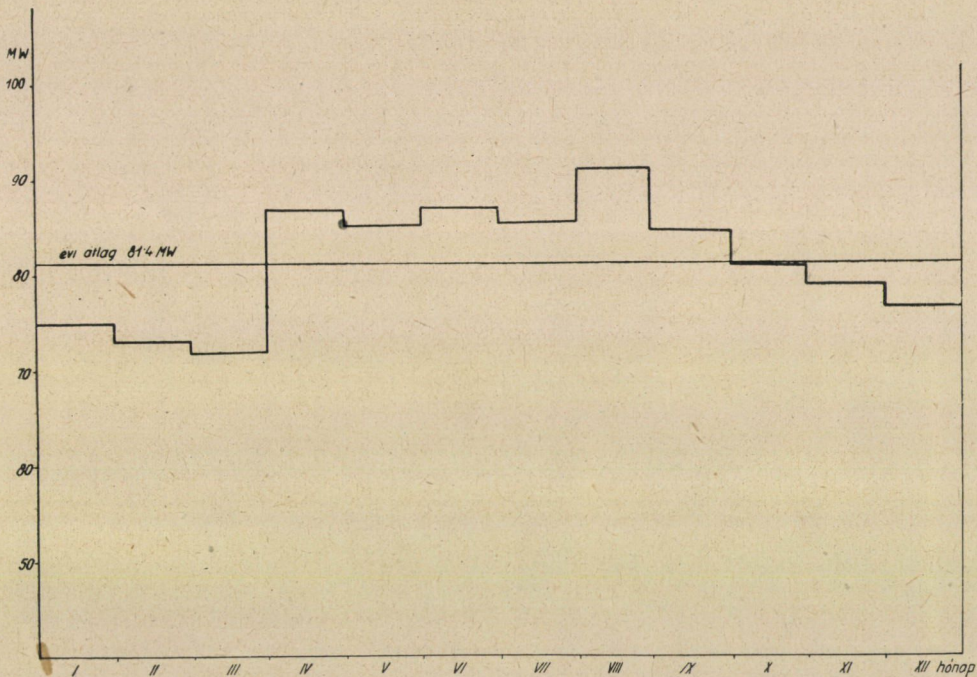
Ez az adott számpéldában 75 MW-ra adódik. Ugyanúgy elvégezve a számítást az év többi hónapjaira, kapjuk a 26. ábrán jelzett értékeket, amelyek a vízerőmű gazdaságosan értékelhető teljesítőképességeit jelzik. Ez az érték 50 év átlagában 81,4 MW lesz. Ha a vízerőművet pl. $Q = 2500 \text{ m}^3/\text{sec}$ -re építenők, amihez $H = 5,8 \text{ m}$ esés tartozik, akkor a vonalra adható teljesítőképesség

$$N = 7,7 \cdot 2500 \cdot 5,8 = 110 \text{ MW}$$

lenne. Az időtényező (τ) eszerint :

$$\tau = \frac{110}{81,4} = 1,35$$

Ahhoz, hogy az így adódó teljesítőképességből egyenértékű kondenzációs teljesítőképességet kapjunk, tekintetbe kell még venni az erőmű önfogyasztásában, valamint a tartaléktényezőknél adódó különbségeket is. Ha egyelőre még eltekintünk az együttműködő rendszer tartalékviszonyainak a vízerőműre nézve kedvező hatásától, akkor csupán azt vesszük tekintetbe, hogy a vízerőműben és a vízerőmű miatt a rendszerben karbantartási tartalékot gyakorlatilag nem kell tartani, mert a szükséges karbantartás a kisvizek idején az üzem korlátozása nélkül lesz lebonyolítható, tehát $r_R = 1$.



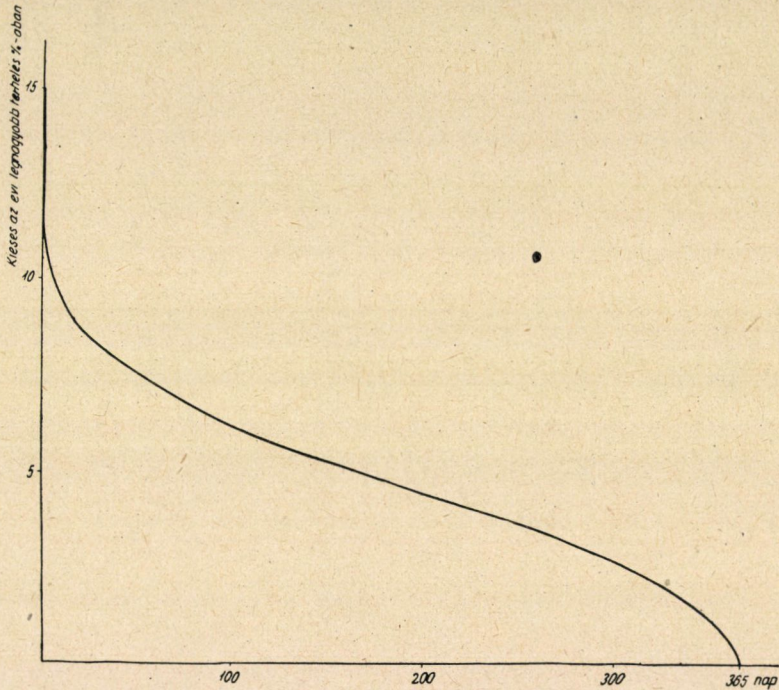
26. ábra. A dunai vízerőmű értékelhető teljesítőképességei a hőerőműrendszer tartalékviszonyainak figyelembevétele nélkül

A váratlan kiesésekre a vízerőműben ugyancsak nem kell tartalékot előíranyozni, mert a vízerőművek jóságai száma minden további nélkül egynek vehető. Az önfogyasztást $\varepsilon_{er} = 1,5\%$ -nak felvéve, hőerőműnél azonban nagy nyomású korszerű megoldást feltételezve ($\varepsilon_{kond} = 0,1$) egyébként pedig a 3. pontban ismertetett számpéldát folytatva azt kapjuk, hogy az egyenértékűségi tényező :

$$X = \frac{1,015 \cdot 1,35}{1,1 \cdot 1,122 \cdot 1,018} = 1,09$$

azaz a 110 MW beépített teljesítőképességű vízerőmű 101 MW beépített teljesítőképességű kondenzációs erőművel egyenértékű (azonos távvezetési veszteséget és egyéb körülményeket feltételezve).

Az eddigi értékelésnél figyelmen kívül hagytuk azt a körülményt, hogy a hőerőműrendszerben a váratlan kiesésekre tartalékot tartanak. A valóságban azonban van ilyen tartalék és ennek nagyságát a kiesések részbeni kiegyensúlyozására az ismertetett számítási módszer szerint állapítjuk meg. Amint láttuk, az idő nagyrésztében a hőerőművek kiesése azonban ennél a tartalék-

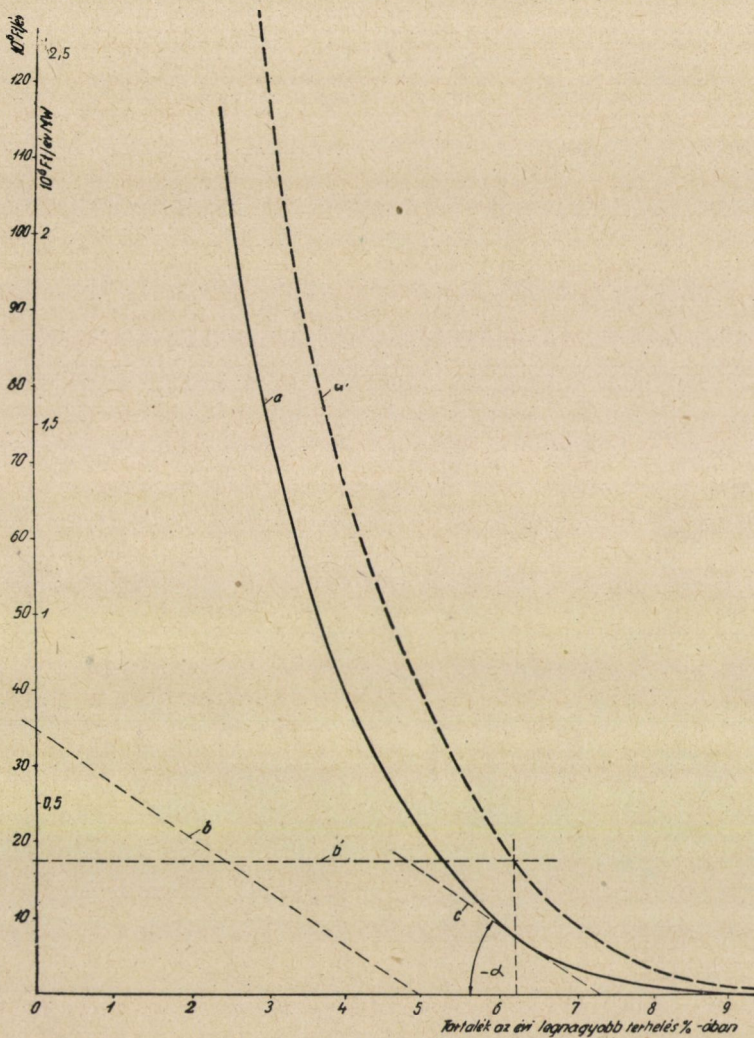


27. ábra. A hőerőmű rendszer és a dunai vízerőmű együttes kiesési tartamdiagrammja (1959)

nagyságnál kisebb és így ebben az időben a hőerőművekben a csúcs fölött kihasználatlan kapacitás áll rendelkezésre. Ez a rendelkezésre álló teljesítőképesség részben vagy egészben ellensúlyozni tudja azt a kiesést, amit ebben az időben a vízerőmű esetleg elszenved. Így végeredményben a vízerőmű értékelhető teljesítőképessége nő.

Feladatunk a hőerőművekben és a vízerőműben jelentkező kiesések egybeesési valószínűségének vizsgálata, vagyis a hőerőmű és a vízerőmű kiesési tartamdiagrammjának egybeszerkesztése. A szerkesztésnél tekintetbe kell venni, hogy az egyes kiesések jelentkezésének időpontjára sem a hőerőművekben, sem a vízerőművekben nincsen megkötésünk, mert azok mindkét esetben tetszőleges időpontban jelentkezhetnek. Az összeszerkesztés ennek következtében úgy

történik, hogy mindkét kiesési tartamdiagrammot egyenlő időszavokra bontva és ezen időszavokban állandó kiesési értékeket feltételezve képezzük az összes



28. ábra. Az együttműködő rendszer (hőerőmű és dunai vízerőmű) együttes gazdaságos üzemi tartaléka. a : ipari korlátozás nagysága 10^6 Ft/év; a' : kiesés Ft értékének differenciál hányadosa 10^6 Ft/év MW; b, c : a tartalék beépítésének költsége 10^6 Ft/év; b' : a tartalék költség diff. hányadosa 10^6 Ft/év MW.

lehetséges kombinációkat, amelyeket nagyság szerint rendezve kapjuk a hőerőművek és a vízerőművek együttes kiesési tartamdiagrammját (27. ábra).

Ezekután éppen úgy, amint az együttműködő rendszer tartalékának megállapításánál tettük, a 9. ábrán bemutatott szerkesztéssel meghatározzuk a fogyasztói korlátozást, az annak következtében bekövetkező népgazdasági

kárt (28. ábra a görbe) és a 10. ábrán bemutatott szerkesztéshez hasonlóan meghatározzuk a hőerőrendszer és a dunai vízerőmű együttes gazdaságos üzemi tartalékát és végül ebből a vízerőmű értékelhető teljesítőképességét.

A számítás részeredményeinek ismertetését mellőzzük, végeredményben azonban az adódott, hogy az egyenértékűségi tényező $X = 1$, vagyis a 110 MW beépített teljesítőképességű vízerőmű 110 MW beépített teljesítőképességű kondenzációs hőerőművel egyenértékű.

6. Megjegyzések

Az erőművek értékelésének egyik alapvető tényezője a kooperációs rendszerbe beépítendő tartalék meghatározási módja. A tartalék meghatározásának módszerül gazdaságossági számítást választottunk, vagyis a tartalékot oly módon állapítottuk meg, hogy a fogyasztói korlátozásokból eredő kár és a tartalék beépítéséből származó évi költségek összege a legkisebb legyen. Az elvi részen túlmenően a számítások során meghatározott számértékeket vettünk fel, melyek közül a leglényegesebbek:

- a gépekre vonatkoztatott erőmű jósági száma,
- a fogyasztói korlátozás okozta kár fajlagos értéke, kondenzációs hőerőművek fajlagos beruházási költsége,
- a beruházásokból származó évi költséghányad százalékos értéke.

Amennyiben a számítási módszert nem az értékelhető teljesítőképesség vizsgálatához, hanem a kooperációs rendszer tartalékviszonyainak megállapításához kívánjuk felhasználni, a felsorolt értékeket egyenként pontosabban kell elemezni és a valósághoz közelebb eső értékekkel helyettesíteni. Így pl. a jósági szám meghatározásánál nemcsak a főberendezések meghibásodását kell figyelembe venni, hanem az egész erőmű kieséseket, valamint a kooperációs hálózat meghibásodásait is, továbbá azt, hogy a rendszerbe beépített új erőművek az első években igen gyakori kieséseket mutatnak, azaz a jósági szám ilyenkor — elég tekintélyesen — csökken. Felül kell bírálni a fogyasztói korlátozás okozta kár fajlagos értékét is és a hálózati kikapcsolás sorrendjében meg kell határozni a kikapcsolt fogyasztóknál jelentkező kárt. Azt is meg kell állapítani, hogy a periódus- és feszültségcsökkenés következtében mely fogyasztókat ér korlátozás és ott az milyen veszteséget jelent. Végül közelebbről meg kell vizsgálni a beruházási költségek után számítandó évi hányadot is a gyártó kapacitások és a beruházásokra fordítható népgazdasági munkaerő tekintetbevételével.

Amennyiben a pontosabb vizsgálatok során az adódnék, hogy a valódi értékek a felvett számértékektől lényegesen eltérnek, az egyes erőművek értékelhető teljesítőképességében különbségek mutatkozhatnak. A kondenzációs hőerőművel egyenértékű teljesítőképesség azonban ez esetben sem mutatna lényeges

különbséget, mert a többletben beépítendő tartalék mind a kondenzációs erőmű, mind a vizsgált hőszolgáltató, vagy vízerőmű esetében egyirányú változást mutat.

A számítási eljárás ismertetése kapcsán kidolgozott példák viszonylag egyszerű eseteket ölelnek fel és csak olyan esetekre állapítottuk meg az értékelhető teljesítőképességet, amikor valamely erőmű teljesítőképessége a nap folyamán nem ingadozott. Állandónak vettük a nap folyamán az ipari hőigényt és egésznapos, állandó fűtést tételeztünk fel, holott amint az *1. ábra* diagrammjai is mutatják, a nap folyamán mind a kétféle hőigény ingadozik. A nap folyamán ingadozó teljesítőképességű erőmű értékelésére a közölt módszer még nem alkalmas, és ezért azt ebben az irányban még tovább kell fejleszteni.

Az ismertetett számítási módszer továbbfejlesztése után a hazai rendszerben alkalmazandó minden egyes erőműtípusnál meg kell határozni annak gazdaságos felépítési módját és az így meghatározott erőműtípusok értékelhető teljesítőképességeinek ismeretében rendszeresebbé tehetjük a hazai erőműépítés programját. Ez a villamosítási terv összeállításánál országos viszonylatban jelentős megtakarításokat eredményezhet annak következtében, hogy nem fogjuk túl nagy tartalékokkal az erőműgyártó és építő ipart megterhelni és egyúttal a fogyasztói korlátozásokat is észszerű értéken tartjuk.

A dunai vízerőmű esetében az ismertetett eljárás igen jól lesz alkalmazható a gazdaságos kiépítési vízhozam megállapítására akkor, ha a duzzasztási vízszint és így a rendelkezésre álló esésmagasság már ismert lesz.

Véleményem szerint az a munka, amit a vázolt feladatok elvégzésébe fektettünk, rendkívül gyümölcsöző lesz. Ha ugyanis tekintetbe vesszük, hogy a következő 5 éves tervünkben villamosenergia-fejlesztésünket 12—13 milliárd kWó-ra kell növelnünk, amihez kb. 1200 MW erőműteljesítőképesség építésére van szükség, akkor minden százalék megtakarítás, amit a hálózati és a tartalékviszonyok, valamint az értékelhető teljesítőképességek tisztázása révén elérhetünk, kb. 50 millió Ft beruházási megtakarítást jelent. Ennek szem előtt tartásával, fontosnak tartom, hogy az ismertetett kérdéseket további megvitatás útján mielőbb véglegesen megoldjuk és azt hiszem, hogy ilyen módon lényegesen hozzájárulhatunk szocialista népgazdasági terveink maradéktalan végrehajtásához.

HOZZÁSZÓLÁSOK

FONÓ ALBERT

Lévai kartárs tanulmánya eljárást mutatott be arra, hogy miként értékelendő egy erőmű, amellyel az országos együttműködő hálózatot bővítik. Az értékelést fűtőerőmű és vízerőmű esetére végzi el: szembeállítva ezeket kondenzációs erőművel. Az összehasonlítás alapja a rendelkezésre álló teljesítmény viszonya a kiépített teljesítmény, illetve annak költségéhez, figyelemmel az országos hálózatra dolgozó erőművek üzemi kieséseinek egyidejűségére.

A számítást a Bernoulli-féle valószínűségi egyenlet alapján végzi. A valószínűség számítás jó eredményeket nagyon sok esemény vizsgálatánál ad. Itt aránylag kisebb számú eseményről van szó, általában és különösen a dunai vízerőmű teljesítmény kieséseinél, amely évenként csak egynéhányszor, de közel 100%-osan jelentkezik. Ezekre tehát az így számított értékek nem lehetnek megbízhatók. A számítási eredményeket mérési eredményekkel összehasonlítva fűtőerőmű esetében és az eltérést területi kiegyenlítéssel, azaz önkényes eljárással helyesbíti. Helyesebb lett volna a kiszámított legvalószínűbb értéktől való eltérést vizsgálva a valószínű értékek bekövetkezését a legvalószínűbb körzetben olyan határok közé szorítani, hogy az eltérés elhanyagolhatóan ritkán forduljon elő. Ez biztonságosabb eredményre vezetne.

A magam részéről azonban nemcsak ez utóbbi bonyolultabb számítási módot, hanem az eredetit is mellőzhetőnek vélem. Nem értek ugyanis egyet azzal az elgondolással, hogy a tervezett teljesítmény pontosan úgy számítandó ki, hogy csúcsterhelésnél a kiépített teljesítőképesség kisebb legyen a kívántnál, ha a teljesítménykiesésből származó gazdasági kár nem nagyobb, mint a különben kiépítendő többlet teljesítmény létesítési költsége. Azért nem értek ezzel egyet, mert szerintem az erőműépítési tervnek olyannak kell lennie, hogy energiahiány és ezzel kapcsolatban fogyasztókapcsolás vagy periódusszámcsökkenés ki legyen zárva. Ennek iparfejlesztési hatása van és bőségesen megtérül.

Ezt nem tekintve, a bonyolultabb számítással kihozott teljesítőképesség az egyszerűbb és biztonságosabb becsléshez képest rendszerint kisebb eltérést fog hozni, mint két szóbajövő szabványos géptípus-nagyság közötti különbség. Az egyszerűbb becslés elvégezhető a mért terhelés és a feljegyzett kiesési gyakorisági görbe alapján, miután várható, hogy a gépek tökéletesedése és a terhelés növekedése csak javíthatja a viszonyokat, tehát az így történő méretezés csak kis túlméretezésre vezethet, amit kívánatosnak tartok.

Az elmondottak figyelembevételével a dunai vízerőmű létesítésével kapcsolatban lényegesen nagyobb tartalék-erőmű teljesítményről kellene gondoskodni. Ennek a nagyobb tartalék-erőműnek befektetési költsége terheli a dunai vízerőmű létesítését és ezzel megnöveli a vízienergiával termelt áram egységárát. Szénhelyzetünk, véleményem szerint, akkor is indokolja a vízierő kiépítését, ha a vízienergiával termelt áram drágább a hőenergiával termelnél. De előre tisztában kell lennünk az árviszonyokkal.

ERDÉLYI ISTVÁN

Lévai kartárs előadásában nagy jelentősége van a kiesés-okozta kárnak. Egy elmaradt kWó okozta kárt először 20,— Ft/kWó-val említette, de maga is

hozzátette, hogy ez elég túlzottnak látszik és inkább 8,— Ft/kWó-val kell számolni. Ez az érték nagyon fontos, mikor a szükséges tartalék mértékét állapítjuk meg. Felmerül a kérdés, vajjon ez az összeg, amelyet 1 kWó elmaradása jelent, az összes különböző területi rendszereknél, tehát a kondenzációs erőműnél, az elvételes, vagy fűtőerőműnél azonosan vehető-e fel. Erre vonatkozik következő néhány megjegyzésem, mivel Lévai kartárs maga is említi, hogy számítási eljárása ezen a téren további finomításra vár.

A kiesés okozta kár függ annak időtartamától és ezzel nem lineárisan változik. Mivel pedig a különböző nagyságú és rendszerű erőművekben előforduló kiesések időtartam szerinti megoszlása különböző, ezért a számításnál figyelembeveendő az a statisztikai adatok is, amelyek a kieséseket időtartamuk szerint osztályozzák.

Az áramszolgáltatásban bekövetkező zavar okozta kár és annak áthidálási lehetősége függ attól is, hogy a kiesési időszakasz a terhelési csúcshoz képest időben hogyan viszonylik. Ezért a számítás finomításánál célszerűnek látom olyan statisztikai adatokat is felhasználni, amelyek az áramszolgáltató berendezésekben előforduló zavaroknak a termelési csúcshoz viszonyított időbeni fekvésével foglalkoznak.

Meggondolandó az is, nem lenne-e helyes külön értékelni azokat a zavarokat, amelyek azonnali leállást okoznak, és azokat, amelyek folytán okozott leállás — ha rövidebb idővel is — de mégis valamennyire eltolható. Ezek megoszlása ugyanis az egyes erőműveknél szintén nem azonos.

A számításoknál szerintem figyelembe kell venni még azt is, hogy a beépítésre kerülő új egységek lényegesen nagyobbak lesznek, mint a már futó egységek átlaga, s így meggondolandó, hogy ilyen egység kiesését nem kell-e a közölt számítások eredményén túlmenően súlyozni. A kiesés okozta fajlagos kár ugyanis függ a hiányzó energiamennyiség nagyságától is, mert áramhiány esetén először olyan üzemeket kapcsolnak ki, amelyekben a keletkező kár kisebb. Nagyobb hiány esetén, pl. új nagy áramtermelő egység kiesésekor már oly üzemek kikapcsolására is sor kerül, amelyeknél a fajlagos kár nagyobb.

ZÁTONY ANDOR

Az előadásban ismertetett tanulmány igen komoly és bonyolult tárgykör vizsgálatával foglalkozik. Valamely együttműködő erőműrendszer igen sok szempontból különböző tagjainak összevetése, különösen általános érvényű összevetése annyira nehéz feladat, hogy azt megfelelő matematikai készültséggel is csak úgy tudjuk megoldani, ha a valóságot bizonyos elhanyagolásokkal eszményesítjük, vagy a valóságos viszonyokat egyszerűsítő feltételekkel közelítjük meg.

Ilyenfajta vizsgálat eredményeit természetesen igen szigorú kritikával kell fogadni. Ellenőrző vizsgálatokkal kell meggyőződni arról, hogy a kapott eredmény milyen határok között alkalmazható, s hogy alkalmazásában az elhanyagolások miatt elkövetett hiba mekkora.

Az ismertetett tanulmánynak kétségkívül legérdekesebb része a tervszerűen és a tervszerűtlenül változó teljesítőképességű erőművek értékelhető teljesítőképességének meghatározása. A tanulmány e részének kritikai vizsgálata azonban véleményem szerint azt bizonyítja, hogy a közölt módszer még nem alkalmas arra, hogy a gyakorlat engedélyezze hibahatárokon belül szolgáltasson

eredményeket. Senkinek sincs kétsége aziránt, hogy olyan erőmű, amely az év meghatározott hányadában tervszerűen, vagyis előre ismert időszakokban üzemképtelen, többet ér, mint egy olyan erőmű, amely az előbbivel azonos ideig, de előre meg nem határozhatóan, a legváratlanabb időpontokban, vagyis tervszerűtlenül üzemképtelen.

Mégis az ismertetett módszer éppen ellenkező eredményt szolgáltat. Lévai kartárs megállapítja, hogy az általa ismertetett erőműrendszerben egy új közhasznú erőmű, amelynek jósági száma 96,7, tehát az idő 3,3%-ában váratlanul üzemképtelen, teljesítőképessége 1,5%-ának megfelelő többletbiztonsági tartalékot kíván. Tételezzük fel, az erőműnek egyéb, értékelhető teljesítőképességét rontó hátrányai nincsenek. Ez esetben értékelhető teljesítőképessége: $100 - 1,5 = 98,5\%$ -a a beépített teljesítőképességnek. Az előadásban ismertetett módszer szerint viszont, ha a szóbanforgó erőmű az idő 3,3%-ában *tervszerűen* üzemképtelen, akkor értékelhető teljesítőképessége mindössze $100 - 3,3 = 96,7\%$ -a a beépített teljesítőképességnek.

Tisztelettel megkérdezem Lévai kartársat, elfogadható-e az az értékelés, amely több mint kétszer akkora villanyerőműi teljesítményt rendel ahhoz az erőműhöz, amely üzemét tervszerűen korlátozza, szemben azzal az erőművel, amely üzemének azonos mértékű korlátozását váratlan időpontokban, tervszerűtlenül végzi.

Hasonló a helyzet a vízerőműnél. Ennek teljesítőképessége 121,7 MW. A vízerőmű beépítése miatt a rendszerben szükséges többlettartalék az ismertetett tanulmány szerint 24,7 MW, így az értékelhető teljesítőképesség 97 MW, ha egyéb körülményeket most nem veszünk figyelembe. Ez a számítás a vízerőmű teljesítményének változását előre meg nem határozhatóan tételezte fel. Ha ezt a változást előre meghatározhatóan képzeljük, vajjon mennyire fog változni ez az értékelhető teljesítőképesség? A tanulmányban közölt módszerrel megállapítottam, hogy a vízerőmű értékelhető teljesítőképessége ez esetben csupán 96 MW lenne, vagyis növekedés helyett, amit ebben az esetben mindenki várna, 1 MW-tal csökken az értéke, annak következtében, hogy teljesítőképességének változása előre megállapíthatóvá válik.

E visszasságok oka véleményem szerint abban rejlik, hogy míg a tervszerűtlen teljesítőképesség-változásnál mozgósítjuk az egész rendszer biztonsági tartalékát, addig a tervszerű teljesítőképesség-változásnál a számításokban ez nem történik meg. Kérdéses, hogy a rendszer biztonsági tartalékának mozgósítása a tervszerűtlenül változó teljesítőképességű erőművek pótlására a figyelembevett módon megengedhető-e, vagyis nem rontja-e ez a körülmény az energiaszolgáltatás biztonságát. Ha azonban az előbbieket elfogadjuk, akkor a rendszer biztonsági tartalékát a tervszerű teljesítőképesség-változásnál, például a fűtőerőműveknél is igénybe kell vennünk, mégpedig az összgazdaságosság optimumát szolgáló mértékig.

Az előadásban tárgyalt problémának legalább a gyakorlati igényeket teljesen kielégítő megoldása az erőműtervezők szempontjából igen nagy fontosságú. Véleményem szerint az előadás megfelelő alapot teremtett ahhoz, hogy a néhány még tisztázatlan részlet megvilágítható és az említett cél remélhetőleg rövid időn belül elérhető legyen.

Megjegyzés: Az előadó Lévai András válasza a Heller előadását követő hozzászólásoknál a 220. lapon van, mivel egyben az utóbbira is válaszolt.

A MAGYAR BARNASZENEKBŐL ELŐÁLLÍTHATÓ KOHÓKOKSZ GYÁRTÁSA

SCHLATTNER JENŐ

A nehéziparnak a Szovjetunió részéről elindított és a népi demokratikus államokra kiterjedő hatalmas fellendülése a vasérc és kohókoksasz kérdését első vonalba helyezi. A rendkívüli fejlődés mindinkább megköveteli a szegényércek, valamint a gyengén sülő és nemsülő szenek kokszásának felhasználását. Eddigi koksasz-, illetőleg sülőszén-forrásaink világviszonylatban egyre inkább elégteleneknek bizonyulnak és a hazai kokszolóiparnak sülőszeneink mellett nemsülő szénféléseinket is használnia kell nyersanyagul. Egyre nagyobb méretű munkát kell végeznünk a szénfeldolgozás fejlesztése céljából.

Már eddig jelentékeny kutatómunkát folytattunk feketekőszeneinkkel és egyes barnaszeneink feldolgozásának megoldása céljából. Ezek eredményeképpen épül a sztálinvárosi kokszoló és a borsodi első barnaszén kokszolómű és ezekkel egyben hazánkban fejlett szénfeldolgozó ipar alapjait építjük.

Hatalmas és eredményeket ígérő munka vár itt a bányászat, kohászat és szénfeldolgozás szakembereire egyaránt. Újabb szénvagyon feltárása, különös tekintettel a jólsülő feketekőszenekekre, a szén előkészítése, mosása, a kokszolás technológiájának kiválasztása abból a célból, hogy a legkülönbözőbb tulajdonságú szenekekből a kohászat céljainak megfelelő kokszt termelhesünk, lesznek a közeljövőben elsőrendű feladataink. Mind ezek, mind a kokszolással nyújtható kokszművelés felhasználására legalkalmasabb módszerek megállapítása külön-külön is komoly, nagy feladatot képeznek.

Feketekőszeneink kokszolásának fejlesztése elsőrendű érdeke népgazdaságunknak, ha azonban feketekőszén-vagyonunk arányát tekintjük a barnakőszén-vagyonunkhoz képest, úgy az 1:8 — 1:10 súlyarány szinte előírja szénfeldolgozó szakembereink számára, hogy a vegyi feldolgozás területén az értékes termékeket adó barnaszeneinket és lignitjeinket igyekezzenek sülő feketekőszeneink legmesszebbmenő feldolgozása mellett minél nagyobb mértékben kihasználni. A barnaszénkátrány, a gázvizekből termelhető nyersfenol, a lignitjeinkből nyomással járó elgázosítással, jó kihatással termelhető városi gáz többszörösen bizonyítják a barnakőszén feldolgozásának fontosságát a vegyipar szempontjából. Indokolt tehát annak megvizsgálása, hogy barna-

kőszeneink kokszermékeit hogyan tudják egyes iparágak legjobban felhasználni.

Hazai szeneink általában nagy hamutartalmúak, kéntartalmuk kevés kivétellel szintén sok (átlagban 3—4%, max. 8%). Annak következtében, hogy idősebb *barnaszeneink kokszhozama* 55%, *fiatalkorú szeneinké* 40%, a szén eredeti hamutartalma a kokszban 2—3-szorosára növekszik. Szeneinknél leggyakoribb a 16—20% hamutartalom, vagyis a kokszban 32—40%, sőt 40—50% lesz, ami már kétségessé teszi a kokszt felhasználhatóságát. Ahhoz tehát, hogy elfogadható — szárazállapotra számított 14—16% — hamutartalmat kapjunk a kokszban, a hamutartalmat idősebb barnakőszeneinknél 7—8%-ra, fiatalkorú barnaszeneinknél és lignitjeinknél 4,5—5,2%-ra kell csökkenteni. Ha tekintetbe vesszük, hogy szeneink hamutartalma 15—30% között van, könnyen beláthatjuk, mennyire fontos a szénelőkészítés, mint olyan eljárás, amely lehetővé teszi nemcsak barnakőszeneink és lignitjeink, de feketekőszeneink feldolgozását is. Szénelőkészítéssel vált lehetővé a komlói feketekőszén hamutartalmának az eredeti 20—25%-ról szárazállapotra számított 6—8%-ra csökkentése, s így módon a szénből jóminőségű, megfelelő szilárdságú kohókokszt gyártása.

A nagyolvasztó céljaira felhasználható kokszt előírása (Anhaltssahlen) szerint a nedvesség 5%, hamu 10%, kén 1%, dörzsszilárdság 70—80%, porlás 5%, porozitás 50%. Minden % hamu- és kéntartalomemelkedés rontja a kokszt értékszámát, a kéntartalom emelkedése egyben növeli a nyersvas kénnel való szennyeződésének veszélyét, a dörzsszilárdság csökkenése és a porlás emelkedése növeli a kokszt veszteségeket. Ma, amikor a jóminőségű, kishamutartalmú sülőszen viszonylagosan egyre csökkenő mennyiségben kerül feldolgozásra, ennek a szénfajtának termelése mindinkább elmarad a rohamosan növekedő kohókocszfogyasztás mögött, a szénfeldolgozóipar egyre inkább arra kényszerül, hogy nagyobb hamu- és kéntartalmú sülőszeneket dolgozzon fel, így a kohóipar is kénytelen beérni nagyobb (12—14%) hamu- és (1,5—1,7%) kéntartalmú kohókocszszal, míg a nagyolvasztóknál a dörzsszilárdság és porlódással szemben továbbra is nagyok az igények.

Ha a kohászati műveletek legalább részben letérnek a hagyományos alapról és a nagyolvasztóknak mintegy kiegészítésére előtérbe nyomul a rögzítő eljárás és megtalálja helyét a magyar vaskohászatban az alacsonyaknás vagy kisolvasztó is, úgy egyrészt a szigorúbb előírásoknak megfelelő kohókocszszükséglet csökken, másrészt a vaskohászat céljaira felhasználható kocszfélések minőségére vonatkozó előírások lényegesen enyhülni fognak. A rögzítés ugyanis 3 mm-nél kisebb aprókocszot igényel, amelynek hamutartalma 18—22% lehet, kéntartalma nem szigorúan korlátozott. Ezek szerint, valamint az itt kívánatos nagyobb reakcióképesség szempontjából a barnakőszén félkocszai és kocszai különösen alkalmasak erre a célra. A kisolvasztó 3,5—5 m magas aknájával és különleges kiképzése következtében nem kíván nagyon

szilárd kokszot. A Német Demokratikus Köztársaság egyik üzemében a kezdeti kísérleteket egészen kisszilárdságú, 20—40% dörzsszilárdságú barnaszén brikett-kokszszal végezték.

A feladat, amelyet népgazdaságunk a szénfeldolgozás terén kitűzött, azzal a kérdéssel fejezhető ki, hogyan tudjuk kohókokszz-szükségletünket hazai szénből fedezni?

Kohászatunknak, az alkalmazandó különböző módszereknek megfelelően, a kokszminőséget illetőleg különböző igényei lesznek. Hogy azonban a szénfeldolgozó ipar fejlesztésének tervét kidolgozhassuk, az egyes kokszfajták eloszlásának arányát a kohászatnak kell megadnia, amikor azonban tekintettel kell lennie azokra a lehetőségekre, amelyeket a hazai szénből előállítható koksz minősége fog nyújtani.

A kohászat fejlődő igényeit mi a kokszolóipar részéről általánosságban a következőképpen látjuk:

1. *Nagyolvasztóink* részére elsősorban sülő feketekőszeneinkből kell a kohókokszzot előállítanunk, melynek hamutartalma max. 12—14%, kéntartalma max. 1,5%, dörzsszilárdsága min. 70%, porlódása max. 8%, porozitása pedig 50% legyen.

Ha liász szeneinket annyira mossuk, hogy száraz állapotra számított hamutartalmuk 7,6—8,8% legyen, akkor a pécsi és komlói szén megfelelő arányú keverésével fenti feltételek teljesíthetők, amint azt a rövidesen üzembekerülő Sztálin-Vasmű üzeme bizonyítani fogja.

Ahhoz azonban, hogy liász szeneinkből fenti feltételeknek megfelelő kokszot kapjunk, a kokszolásnál valóban felhasznált szén mennyiségénél jóval több szenet kell bányásznunk, mert ezzel egyben a mosás féltermékét és a kontakt metamorfózis következtében sülőképességét veszített szeneket is ki kell termelni. Ez pedig együtt a kokszolásnál felhasznált szénnek több mint kétszerese és ez a körülmény liász szeneink bányászatának rendkívüli mértékben való fejlesztését teszi szükségessé.

Kokszellátásunk szempontjából tehát bányászatunk fejlesztése érdekében meg kell gyorsítanunk liász szénterületeinken a kutatófúrásokat, hogy ezzel is biztosítsuk sülőszénbányászatunk fejlődésének további lehetőségét.

A sülőszenekkel egyben kitermelt nemsülő feketekőszeneinket, hamutartalmukat megfelelő mértékre csökkentve, igyekeznünk kell szintén bevonni a kohókokszztermelésbe. Azonban mind erre, mind a kis hamutartalmú és kis kéntartalmú barnaszének félkokszának, mint keverő anyagnak felhasználására vonatkozóan még komoly kutatómunkát kell végeznünk, hogy a feldolgozáshoz legalkalmasabb módszert megtaláljuk. Az ömledéksúly növelése 900—1000 kg/m³-re és a gyorsjáratú kamrák alkalmazása gyengébb szeneknél nagymértékben elősegítik a koksz szilárdságának fokozását.

Erre vonatkozóan igénybe kell vennünk a Szovjetunió segítségét és alkalmaznunk kell szeneinknél is az egyre fejlődő szénközöttani (petrográfiai) elő-

készítést. Ily módon a szén különböző kokszolódóképességgel rendelkező sáv-féleségeit (vitrit, durit) különválasztva és így előkészítve meghatározott arányban keverik. Ezzel kevesebb jólsülő és nagyobb mennyiségű nemsülő szenet vagy félkokszot, valamint laza kokszot adó szenet használhatunk fel kohókoksz gyártására. Ezen az úton a feketekőszén feldolgozásánál már elindultak. Barnakőszeneink feldolgozásánál a szénközvetlen részéről Szádeczky akadémikustól már eddig is nagy segítséget kaptunk. Bizton számítunk tehát arra, hogy a petrográfiai szénelőkészítéstől várható eredményeket, segítségükkel, a barnakőszén-feldolgozásnál is hasznosíthatni fogjuk.

Nagyolvasztók kohókokszának pótlására a feketekőszén koksza mellett bizonyos mértékig a barnakőszén kokszát lehet felhasználni pl. brikettkoksz alakjában. Nagyüzemi méretekben egyik (320 m³-es) nagyolvasztóban kipróbált brikettkoksz 15%-ig bekeverve az üzem zavartalan menetét a kísérlet tartama alatt lehetővé tette. A barnaszén brikettkoksz 17—18% hamutartalom és a szabadban hosszú időn át tárolt koksznak az őszi esőzés okozta beázása következtében 15—17%-ig megnőtt nedvessége mellett 15%-os bekeveréssel, mintegy 9—10% kohókoksz helyettesítésére volt alkalmas. Ezt az értéket a hamutartalom további csökkentésével és a nedvesség dörzsszilárdságra káros hatásának kiküszöbölésével fokozni lehet. Minthogy azonban a kísérleti brikettkoksz gyártása folyamán a nyersszenet és a további termékeket egymástól igen nagy távolságra lévő kísérleti szénmosóban előkészítve az ahidrálóba, onnan az ugyancsak nagy távolságra levő kísérleti kokszolóba, végül a nagyolvasztóhoz kellett szállítani, a kísérleti helyeknek ilyen szétszórtsága mellett a további eredmények kísérletezését arra az időpontra kellett halasztani, amikor az első barnaszén kokszoló üzemünk már termelni fog és lényegesen egyszerűbb lesz a kísérleti anyag változatos előállítása.

Ezek szerint a nagyolvasztók hazai szénből előállítható kokszának mennyisége a jólsülő feketekőszenekből gyártható kokszmennyiségen felül, a jólsülő szenekhez hozzákeverhető, egyébként külön feldolgozva gyenge kokszot adó szenekkel, valamint nemsülő feketekőszének és barnakőszének félkokszának hozzákeverésével legalább 15—20%-ig lesz szaporítható. Természetesen a keverőszének, és félkokszok hamujának megfelelő csökkentésével hozzávéve a kohókban hozzákeverhető brikettkoksz mennyiségét, illetőleg annak kohókokszban kifejezett egyenértéket, további 10%-kal növelhetjük fenti számokat, így végeredményben 25—30% szaporodás várható. Nagyolvasztók részére hazai szenekből készített koksztermékekből tehát fenti megfontolás alapján rendelkezésre állhat :

- a) 12—14% hamutartalmú kohókoksz sülő feketekőszénből
- b) 12—14% hamutartalmú kohókoksz sülő feketekőszénhez kevert gyengén sülő szén, nemsülő feketekőszén vagy barnakőszén félkokszából
- c) barnakőszénből készült brikettkoksz.

Ezekből az első *a)* 100%-ban, a második *b)* várhatóan 100%-ban, a harmadik *c)* az eddigi eredmények szerint 15%-ig hozzákeverve a kohókokszhoz, lesznek a nagyolvasztóban felhasználhatók.

2. Kis olvasztóban zavartalan üzem fenntartható olyan koksszal is, amelynek dörzsszilárdsága a nagyolvasztók részére előírtnál kisebb.

a) 45—55% dörzsszilárdságú gázkoks, vagy nagyhőfokon lepárolt barnaszén brikettkoks már felhasználható. A hamu- és kéntartalommal szemben támasztott követelmény azonos a nagyolvasztóknál támasztottal.

b) Miután a dörzsszilárdság iránt nem nagyok a követelmények, a kis olvasztóban felhasználható lesz a 10—30 mm szemnagyságú xylitkoks (fás, rostos borsodi szén koksa) darabosan, briketkezés nélkül. Ez a kokszezés hamu- és kéntartalom szempontjából előre várhatóan meg fog felelni.

Miután azonban a kis olvasztó 2000 kg kokszot fogyaszt a nyersvas t-jaként, 600°C hőfokú levegővel való befűvéskor erre a célra terveinkbe 65—85%-kal nagyobb kokszmennyiséget kell beillesztenünk. Még pedig akkor is, ha az itt felhasznált koks értékszám azonos a nagyolvasztónál felhasznált koks értékszámával. Oxigén aláfuvalással a kokszfogyasztás természetesen módosul.

3. A rögzítő eljárás nagyobb reakcióképességű aprókokszt vagy félkokszt kíván. A hamu- és kéntartalommal szemben kevésbé igényes, miután a nyersvas kéntelenítése a gyártás későbbi folyamán történik. 22—24% hamutartalmú és kb. 2% kéntartalmú borsodi aprókoksszal elfogadható eredményt lehetett elérni, amikor a nyersvas kéntartalma nem volt túlzott. A szemnagyság 0—3 mm, tehát a barnakőszén félkoksának, vagy kokszának aprója briketkezés nélkül is felhasználható ezzel az eljárással.

Ha vaskohászatunk a rögzítő eljárás és az előszíntett vasnak a nagyolvasztókba nagy százalékban való bekeverése felé fejlődhetnék, úgy az a hazai kohókoks kérdésének megoldását rendkívül nagy lépéssel vinné előre; még akkor is, ha a fajlagos szén fogyasztása az előszíntés bevezetésével megnövekednék.

Ha az előbbiek szerint összefoglaljuk a barnakőszén lepárlás kohászati célra alkalmas szilárd termékének előállításánál elért eredményeinket, valamint a lehetőségeket és a még mutatkozó hiányosságokat, úgy megállapíthatjuk, hogy:

1. *barnakőszénből* nagyolvasztóban felhasználható olyan *brikettkokszt* sikerült előállítanunk, amelynek dörzsszilárdsága elérte a 70—80%-ot, hamutartalma 17—18%, kéntartalma 1.7—1.9% volt. A nagyolvasztóban végzett kísérlet folyamán 15% körüli bekeveréssel az olvasztó 18 napon át zavartalanul üzemben volt. Ez a brikettkoks még erősen nedvszívó és nagyobb nedvességtartalom mellett dörzsszilárdsága csökken. Hamutartalmát kívánatos lenne legalább 14—16%-ra csökkenteni, amivel értékszám javulna. Az aránylag nagy dörzsszilárdság mellett is 10—12%-ot kitevő porlását ugyancsak csökkenteni kellene.

Barnaszén félkokszaik, mint keverőanyagok szóbajöhetnek jósló feketekőszeneink kokszolásánál, amennyiben hamutartalmuk és kéntartalmuk megfelelően kis értékre szabályozható. Ennek gyártási módját azonban még kutatómunkával kell tisztáznunk.

2. Barnaszénkokszunak kis olvasztóban való felhasználására vonatkozó közvetlen tapasztalatunk még nincs. A nagy hőfokon lepárolt 8—25 mm szem-nagyságú barnaszénkokszzsal oxigén, illetőleg oxigénben dúsított levegővel és vízgőzzel fűvott generátorban végzett kísérleteknél jó eredményeket értünk el. Ez biztatást ad a diókoksznak a kis olvasztóban való eredményes felhasználására. A párhuzamosan barnaszén brikettkokszzsal végzett kísérletek eredményei a diókokszsal elért eredményektől elmaradtak. Tekintve, hogy az aprókoksz nagyobb hamutartalmú, a diókoksz hamutartalma az aprókoksz egyszerű kiostálásával könnyebben szabályozható a kívánatos 14—16%-on. A darabos barnaszénfélkokszz hasonló felhasználása lehetők látszik. A félkokszz illója javítani fogja a kis olvasztó torokgázának minőségét. Itt elsősorban a kevésbé széteső darabos félkokszzot adó fiatalkorú szeneink feldolgozása jöhet szóba, különösen a fás, rostos szerkezetűeké. Idősebbkorú fényes barnaszeneink, amennyiben hamutartalmuk kicsi, széteső aprókokszot fognak adni.

3. Barnaszeneink és lignitjeink feldolgozásának nehezen megoldható kérdése, hogyan tudjuk azokat egyszerilepárlás útján szilárd darabos kokszzsal alakítani. Viszont a nyersszén lepárlásakor nagymennyiségű porkokszz keletkezik és a különböző szem-nagyságú kokszzok közül éppen az apró félkokszz és aprókoksz az, amelynek felhasználását minél szélesebb területre kell kiterjesztenünk. Mégpedig elsősorban ott, ahol értékeőbb energiatermelők felhasználása válik szükségessé, de főleg ott, ahol ezzel darabos kokszzot takaríthatunk meg. Így a kohászat egyes műveleteinél, az építőanyag-gyártásban, a klinker- és mészégetésnél, a vegyiparban, szintézisgáz előállításánál stb.

Természetesen az apró félkokszznál és kokszznál is ügyelnünk kell, hogy a hamutartalom ne legyen túlnagy, és bár az igényeket a fentemlített területeken könnyebb kielégíteni, a szénelőkészítés még itt is egyik legfontosabb tényezője marad barnakőszeneink és lignitjeink feldolgozásának.

Barnakőszeneink lepárlásának szilárd termékeit, a félkokszzot és kokszzot elsősorban nagy reakcióképessége jellemzi. Nagyobb mennyiségben gyártott és nagyüzemi kísérletre felhasznált brikettkokszz reakció-tényezője 172,3—180,3 volt, míg az általában használt kohókoksz fajtáké 39,1—48,9. Egyéb adataik :

Kísérleti barnaszén-brikettkokszz :	nedv.%	hamu%	kén%	dörzsszilárds. %
	14,8—17,2	17,0—21,25	1,77—1,99	33,6—73,0
		száraz állapotra átszámítva		
	porlás%	porozitás%		kokszértékszám
	16—19,6	33,4—34,5		167—178

a vele üzemi kísérletben összehasonlított kohókokszt:

nedv.%	hamu%	kén%	dörzsszilárd. %
4,3—14,39	10,44—10,82	0,8—1,7	74,5—81,6
száraz állapotra számítva			
porlás%	porozitás%	koksztértékszám	
3,6—5,8	44,5—53,5	132—145	

A nyersszénből kapott borsodi darakoksz reakciótenyezője nagyobb mint a brikettkokszé, mivel annak aktivitását nem csökkenti a brikettnél kötőanyagként felhasznált szurokból visszamaradt, kevésbé reakcióképes szurokkoksz, így eléri a 192—194 értékeket. Hamutartalma is kedvezőbben szabályozható, mint az apró kokszból gyártott brikettkoksz hamutartalma. A hamutartalomnak borsodi kokszban szemmagyságszerinti változását az alábbi adatok tüntetik fel:

Szemmagyság mm:	0—1	1—3	3—5	5—10	10—20	20—40	40—80
Hamu%	29,70	23,98	23,56	21,00	18,92	15,40	10,55
							átlag 15—16%

Kutatómunkánknak ki kell terjednie a felhasználandó koksz és félkoksz hamujának kérdésére is. Ezen a téren a szénfeldolgozó ipar kutatóinak szoros együttműködésben kell dolgozniuk a kohászati kutatókkal. Az ásványi szenek általában rendkívül változatosak, nemcsak hamu- és kéntartalom, de a hamu összetétele szempontjából is. A Német Demokratikus Köztársaság kis olvasztóiban kétféle kokszot használnak: feketekőszénből készült gázkokszot és barnaszén kohókokszot. Ezek adatait táblázatban tüntetjük fel, összehasonlítva a nálunk használt kokszok hamujának adataival:

Hamu összetétele

Koksz	Dörzs. szilárd. %	Porlás	Hamu összetétele							
			Fe	Mn	P	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
Zwickaui gázkoksz	32—55	8—8,2	20,40	0,33	0,20	2,60	37,20	20,00	7,80	3,0
Lauchhammeri barnaszénkoksz .	25—50	25—26	25,85	0,60	0,13	1,08	24,29	3,14	31,14	4,29
Pécsi koksz .	—	—	13,25	0,09	0,09	0,18	49,31	26,52	0,95	0,67
Karvini koksz	—	—	13,88	0,26	0,82	4,22	30,05	18,81	13,13	4,40
Borsodi (farkaslyuk) koksz	—	—	8,08	0,27	0,09	5,79	38,66	16,20	14,38	3,60

Az NDK-ban a zwickaui kokszot az olvasztóban keverik lauchhammeri barnaszén koksszal. Nálunk a komlói, pécsi és külföldi eredetű kohókokszot a borsodi barnaszén brikett koksszal keverik. Ezek hamujának összetétele

és ezzel a hamu lágyulás és olvadáspontja annyira eltérők egymástól, hogy az az olvasztóban már nem kívánatos képződményeket (tapadványok, meredvények) okozhatnak. Felvetődik tehát a kérdés, mi a helyesebb, ha az olvasztóban keverjük a kész kokszot, vagy a hamujukban különböző tulajdonságú szeneket és félkokszokat a kokszolás előtt keverve adagoljuk az olvasztóba.

Hazai barnakőszenekből az eddigi kutatási eredmények szerint úgy állítható elő a nagyolvasztó igényeinek megfelelő kohókoksz, hogy a barnakőszent nagy hőfokon kokszolva, térfogat-állóságát biztosítva, szurokkal brikettezzük és mégegyszer lepároljuk. Ilyenkor a szurokból visszamaradó kokszváz képezi a kötést. (Széki János, Romwalter Alfréd, Szász Oszkár). Az így elérhető dörzsszilárdság 40—60%. Ha a brikettezéskor jól sülő feketekőszent keverünk, úgy a dörzsszilárdság 80%-ig is fokozható (Neviki).

Ha nagyobb mennyiségű jólsülő feketekőszénhez barnakőszent keverünk és szurokkal brikettezve lepároljuk, akkor szintén nagyobb dörzsszilárdságú brikettkokszot kapunk. (Jakó Lajos, Sipos János). Valamennyi esetben a nedvesség, a szemcseeloszlás és a szurok kötőképessége fontos tényezők.

Nem sikerült mindezt megoldani barnakőszeneink kokszolását a kötőanyag nélküli brikettezés és egyszeri lepárlás útján. Mindezt úgy a nagy hőfokú, mint kishőfokú lepárlással még egyaránt kutatnunk kell.

Általában azonban a brikettezés és az ismételt lepárlás külön költséget jelentenek.

Egyes barnaszeneink, főleg a fás, rostos szerkezetű fiatalokú szeneink lepárlásakor darabosabb kokszot kapunk, azonban legtöbb, különösen kis hamutartalmú, palával finoman át nem szótt idősebb fényes barnaszeneink a lepárláskor teljesen szétesnek apró koksszá. Ez utóbbinak népgazdasági szempontból célszerű felhasználhatóságát tovább is kutatnunk kell, ha a brikettezés és másodszori lepárlás külön költségét meg kívánjuk takarítani. A barnakőszenek kokszainak felhasználása ugyanis aprókoksz (0—10 mm), vagy diókoksz (10—30 mm) alakjában gazdaságosabban történhetik.

Ezért tekint figyelemmel a szénfeldolgozóipar, a kohászat, az építőanyaggyártás, a vegyipar és a háztartási és ipari tüzelések kokszot használó eljárásainak fejlődése felé, mert a rögzítő eljárással egyesített nagyolvasztó üzem, a kis olvasztó, a klinker és mészégetés aknakemencében, a Winkler-generátor elvén épült elgázosító eljárások stb. rendkívül kedvező kihatással lehetnek a barnaszén feldolgozás fejlődésére, amely fejlődés ezen rövid előadásban vázoltak szerint az erősen fejlesztendő fekete kőszén feldolgozása mellett szénvagyunk eloszlásának megfelelően a barnakőszén feldolgozás tekintetében is kell hogy fokozódjék.

A szénfeldolgozás, a kohászat, vegyipar, építőanyagipar, a háztartás és ipari tüzelések idevágó ágai közötti összhang érdekében ezek távlati tervét összetetten kell kidolgoznunk. Ilyenre számos példát látunk a Szovjetunió nagy, egész iparágakat átfogó tervei között.

HOZZÁSZÓLÁSOK

NAHOCZKY ALFONZ

Amikor az előadó a fekete- és barnaszén vagyunk arányát 1:8-ban adja meg, nem mondja meg, hogy ez súly, vagy kalória arányára értendő-e.

Amikor hazai szeneinkből nyerhető kokszt hamutartalmáról beszél és ezzel kapcsolatosan a szénelőkészítésre hívja fel a figyelmet, nagyon hiányolom, hogy csak általános számadatokat ad meg, ahelyett, hogy egy-egy széntípus eredeti nyers összételetéből vezetné le az előkészítés és száraz lepárlás folyamán végbemenő változásokat, összetétel és súly szerint. Az új kohászati eljárásokra való tekintettel, hangsúlyozva itten a folyékony salakkal dolgozó oxigénes generátorban, vagy ami ugyanaz, a törpe-kohóban végbemenő lepárlási folyamatokat, igen fontos lenne, és ezt már évek óta hangsúlyozom, hogy ha még nem lett volna meg, meg kellene csinálni, a száraz lepárlás folyamán egy-egy hőfokszakaszon belül kapott gázok összetételének és mennyiségének megadását, ugyanakkor a kátrány- és koksztmaradék megadását is az egyes szakaszokban. Ezeknek az ismerete elengedhetetlenül szükséges az alacsony-aknás kohók módszerének gazdaságos kialakításához. Feltehető, hogy előadónak ilyen, egyes szénféléseinkre vonatkozó átfogó kísérleti eredmények rendelkezésére állanak. Régebben ilyent Jakóby és Becker készítettek, azoknak a gáztechnika igen nagy hasznát veszi, de a mai szeneinkkel is kiterjedtebb mértékben az új kohászati eljárással kapcsolatban is rendkívül fontos és sürgős volna ilyen kísérleti eredményeket tömegével produkálni. A kohásokat nemcsak maga a kokszt érdekli, hanem az is, hogy az új kohósítási eljárásokkal kapcsolatban milyen és mennyi gázt kaphatnak, amely gázmennyiséggel generátorgázt, illetve generátorszettet szoríthatnak ki. Erre való tekintettel lehet csak az új kohósítási eljárások gazdaságosságát komolyan megvitatni.

Hiányolom, hogy a barnaszén- és kőszén-koksztok előállításánál szükséges nyers szénmennyiségről csak általánosságban beszél, de megint nem adja meg a liász-szenekből eredő kohókokszt származásának törzsfáját sem.

Részletesebben kellett volna taglalni a Szovjetuniótól átveendő szénkőzet-tani előkészítés módszerét, mellyel a szén különböző koksztolódo képességgel rendelkező sávféleségeit különválasztva, és meghatározott arányban keverve gyártható jó kohókokszt.

Amikor azt állítja, hogy a hazai jól sülő szenekhez hozzákeverhető gyengén sülő, vagy nem sülő szenek felhasználásával a nagyolvasztók kokszt-fédezeté 15—20%-ig lesz szaporítható, nem mondotta meg az alapot, hogy ez milyen összefogyasztásra van vonatkoztatva. Jól tudjuk, hogy az össz-koksztfogyasztásunk, úgy ahogy az acélgyártási terveink állandóan nőnek, ez a szám csak az össz-koksztfogyasztás megadása alapján mondható meghatározott képet. Ez vonatkozik arra is, amikor a barnaszén brikett koksztokat is beszámítva 25—30%-ban adja meg a koksztzaporodási lehetőséget.

Az alacsonyaknás kohók kokszt minőségére nézve azt állítja, hogy a hamu és kéntartalommal szemben támasztott követelmény azonos a nagyolvasztónál támasztott igényvel. Kohászati szempontból valószínűtlennek tartjuk, hogy ezt az azonos követelményt barnaszénkoksztainkkal ki tudjuk elégíteni. Éppen ezért felhívom a figyelmet arra, hogy a kéntartalomnak ez a szélső hatá-

rig való csökkentése a széntekológia tekintetében valószínűleg nagyobb nehézségbe fog ütközni, mint a nyersvas kéntelenítésének megoldása kohászati vonatkozásban, amely önmagában is nehéz probléma, de az akadémiai előadások sorában Visnyovszky már utalt egy kísérletileg is kipróbált salakvezetési módra (bauxit használata).

A rögzítő eljárás megemlítésénél csak a 22—24% hamutartalmú borsodi aprókoksszal való elfogadható eredményről van szó, de a vas kéntartalmát nem adja meg.

Amikor a kohászati szempontból nem fontos reakcióképeességről több-ízben említés történt, ugyanakkor a barnaszén-kokszok várható hamuösszetételére részletesen nem tér ki, mindössze a farkaslyuki szén hamu-összetételét adja meg, holott az ilyen összetételek a kohászokat elsősorban érdeklik.

Végül az előadásban mint érdekességet kifogásolom, — talán nem is lényeges — hogy az eddigiektől eltérően barna kőszénről és fekete kőszénről szól barnaszén és feketeszén helyett. Ezzel arra akarom felhívni a figyelmet, hogy ilyen elnevezési módbeli különbség a szakemberek között nemcsak itt, hanem a kohászat számos területén mutatkozik. Rendkívül célszerű lenne, ha az Akadémia nyelvbizottságot küldene ki ezeknek a különbségeknek a megszüntetésére. (Szádeczky-Kardoss Elemér: Megtörtént.)

Elnézést kérek, ha talán tulságosan tömören fejeztem ki magam, amikor hiányosságokat soroltam fel az előadással kapcsolatban. Szeretném, ha ez a mostani ülés elindítója lenne a kohászok és széntekológusok közötti nagy mérkőzésnek. Ahogyan én látom a barnaszén-kohókokszt kérdését, ez a mérkőzés a következőképpen alakul. A széntekológusok saját területükön már igen nagy munkát végeztek a barnaszén-kohókokszt előállítására végett. A szén mosása, a szén száraz leparlása, az így kapott apró darabokból álló kokszt újbóli briket-vezése, újbóli leparlása útján, tehát egy igen hosszú, igen gazdaságtalan úton eljutottak odáig, hogy ilyen brikett-kokszot kohóban is kipróbálhattak. Az előadásból azt hallottuk, hogy csakis normális kohósítás mellett, és akkor is legfeljebb 15%-ig lenne kohósításra használható az ilyen drágán előállított brikett-kokszt. Ez olyan út, amelyet én már eleve, a gondolat megszületésekor is elleneztem. Ma sem tartom gazdaságosnak és nem hiszem, hogy valaha is gazdaságos lehet. Igen tiszteletreméltó a széntekológusoknak ez a törekvése, de fából vaskarikát csinálni nem lehet. Most a kohászokon van a sor és ezért kívánatos, hogy induljon el végre a nagy mérkőzés, a kohászok vegyék kezükbe ugyanezt a témát a következő másik elgondolás szerint.

Mellőznünk kell a kétszeres leparlást és azt, hogy apró kokszt kerüljön a kohóba, tehát tulajdonképpen azt kell elkerülnünk, hogy egyáltalán kokszt-sítsunk. Ez az én elképzelésem. El kell kerülnünk, hogy óriási költségekkel monstrum-berendezéseket csináljunk, amelyek igen drágán termelnek a kohóban gyengén, rosszul és csak bizonyos nehézségekkel feldolgozható tüzelőszert. Én tehát tulajdonképpen állást foglalok a széntekológusoknak a barnaszén-kokszoló létesítése érdekében végzett munkájával szemben. Nem biztos, hogy igazam lesz, ha a mérkőzés befejeződik, de ma ez a meggyőződésem.

Nézetem szerint meg kell valósítanunk azt, amit a széntekológusok a szénmosás terén már eddig kidolgoztak. A szénmosás terén borsodi szenekről lévén szó — könnyen eljuthatunk odáig — hogy a 20%-os átlagos hamutartalmat 11—12%-ra csökkentjük. Ezután következik egy másik, akár hulladékenergiával végrehajtható eljárás: az így hamuban szegényített, mosott szenet vízmentesítésnek vetjük alá. De a művelet fokozható egészen a

száraz lepárlásig, beleértve még a kátrány kiűzését, amit hulladékenergiával végezhetünk el, mondjuk egy akna felett elhelyezett másik aknába, amelybe öblítő meleg gázokat bocsátunk. Az kihajtja a szénből a vizet, esetleg — a kísérletektől függően — kihajtja az alacsonyabb hőfokon illanó száraz lepárlási gázokat és a kátrányt, tehát legfeljebb 500°-ig megyünk. Elsősorban az így kapott, valószínűleg még darabos szárított szenet vagy félkokszt engedem át óvatosan egy másik, alatta fekvő aknába, amelyben habuban szegény és vízmentes szenet vagy félkokszt kapok, mint tüzelőszert. Ebben az aknában tehát további lepárlás — ha vízmentes barnaszén adagolunk be — inkább exotermikus, mint endotermikus folyamat. A szén további lepárlása tehát hőt nem fogyaszt annyit, mintha kokszt tettem volna be közvetlenül és így az alacsonyabb aknába bekerült szenet — megoldása szerkezeti kérdés — esetleg már ércel és egyéb hozamanyagokkal együtt, kohósításra előkészítve adagolom alulról fűjtatott oxigénes levegővel, ahol az oxigéndúsítás mértéke egyenes függvénye az előszáritásnak és annak, hogy milyen gázt akarok kapni. Végrehajtom a kohósítást, amely magában foglalja a salak megömlesztését és a nyersvas kinyerését. A nyersvas minősége a kén szempontjából bizonyára nem lesz megfelelő. Külön probléma, hogy ezt hogyan dolgozzuk fel. Erre talán Visnyovszky mai előadása fog utalni.

A lényeg, hogy ezzel az eljárással a szénből megkaptam a gázt és a nyersvasat, külön kokszolómű létesítése nélkül, egyszerűen akár — mondjuk — Lurgi öblítőgázos előszáritóval vagy kiskokú, alacsony hőfokú lepárlással előkészített szenet minden külön és drága berendezés nélkül közvetlenül értékesítettem kohósításra.

Ezt az egészen vázlatos gondolatot óhajtom most bevetni ez összejevetlünk alkalmával, hogy végre erről a helyről is felhívjam a kormányzat figyelmét arra, hogy ne késlekedjünk az oxigénes kísérleti aknás kemence létesítésével, mert minden nap késés öt nap ráfizetést jelent. A széntekológusok munkájukkal annyira előre vannak, hogy szeretnének valamit csinálni, de nincs rá módjuk, mert hiába dolgoztak mindaddig, amíg a kohások el nem döntenek, hogy ezen a másik módon nem jutunk-e gazdaságosabb eredményre.

A két kérdés szorosan egymásba fűződik, mert a kérdés ennyire kiélezett és mert jövő kohászatunk alapjának mégis csak a barnaszénnek kell lennie. Végre létre kell jönnie a kísérleti alacsonyaknás oxigénes berendezésnek nemcsak a kohósítás szempontjából, hanem a barnaszénkoksz egyidejű gázgyártási szempontjából is. Ne feledjük, hogy az oxigénbefűjtatással így termelt gázt nemcsak generátorgáz helyett, hanem még nagyobb, kétezer kalóriás fűtőértékű gázzal is közvetlenül felhasználhatjuk, a másik oldalon pedig barnaszén-takaríthatunk meg. Olyan barnaszén-takarítást, amelyet egy gyártelepen belül így is úgy is gázosítanunk kellene. Következésképpen megtakaríthatjuk a gáztermelés költségét, vagy — a dolgot megfordítva és a gáztermelést tekintve főterméknek, a kohósítást pedig mellékfeladatnak — a kohósítás kokszköltségét takaríthatjuk meg. Többletköltségként csupán az oxigén előállításának költsége jelentkezik.

Ebben a kombinációban rendkívül gazdaságos eljárást látok a koksz megtakarítása, a gáz fejlesztése és az egész vasműnek egy üzemben való közös nyersvas- és gázellátása tekintetében. Ez a gondolat tehát anyaggazdálkodási és gázgazdálkodási szempontból igen nagy horderejű és nagyon sajnálatos, hogy amikor külföldön minden törekvés ebben az irányban halad, éppen mi nem tettünk egyetlen lépést sem egy ilyen kísérleti berendezés tényleges, opera-

tív megvalósítására, akik pedig annyira rá vagyunk szorulva barnaszeneink értékesítésére.

LÓRINCZ IMRE

Schlattner elvtárs előadásához szólva ipari szempontból szeretném kiemelni, hogy azok a kísérletek s azok az eredmények, amelyekről itt számot adott, igen nagy jelentőségűek. Az eredmény máris az, — amit ő is említett —, hogy Borsodban már épül egy kokszolómű és kipróbálásra került evvel az eljárással előállítható brikettkoksz. Ez a kipróbálás a nagyolvasztóban jó eredménnyel járt.

Szeretném az általa elmondottakat némileg kiegészíteni, elsősorban a hazai szenek feltására szempontjából. Az előadó a barnaszennel foglalkozott. Nem szeretném, ha ez valamiképpen olyan nézet elterjedésére vezetne, hogy most már a mi feladatunk rögtön és elsősorban a hazai kohókokszyártás szempontjából a barnaszennel való kohókosszá való feldolgozása.

Kétségtelen, hogy — mint hallottuk is — a mi szeneink előfordulási arányai azt mutatják, hogy mi döntő többségben barnaszennel rendelkezünk. Azonban mindnyájan tudjuk, hogy vannak jól sülő kőszeneink is és az eddigi kutatási eredményeink is azt mutatják, hogy ezeknél nincsenek eléggé feltárva a lehetőségek. Nemcsak a komlói szénre gondolok, hanem elsősorban a pécsi, mecseki liász-szenekre, azok gyengébben sülő részeire, amelyekről az Akadémián Szádeczky akadémikus tartott előadást. Ehhez az előadáshoz azt szeretném nyomatékkal hozzáadni, — elsősorban a geológusok és a bányászok számára — hogy nekünk sürgős a liász-szenek fokozott feltárása. Vagyis vegyük elő sürgősen azt, amink van és amire kész eljárással rendelkezünk, úgy a kokszolás, mint a kohászat tekintetében. Hiszen az eddigi előadások és az eddigi tapasztalatok is azt mutatják, hogy ott mennyiségekről és nem csupán kísérleti eredményekről van szó. Ezeket a mennyiségeket éppen Schlattner kartárs előadása alapján is láthattuk, hogy döntően elsősorban a kőszén kokszosításától várhatjuk. Világos, hogy 15% barnaszénbrikett kokszadalék mégis csak 15%-a az egész szükségletnek és a kőszénkokszból még igen sokat kell gyártanunk, hogy kohászatunkat kielégíthessük.

Ismételtem, mindezt csak azért mondom, mert valahogyan az előadás folyamán az volt az érzésem, hogy a hazai kőszének feltárása és bányászata kissé háttérbe szorulhatna a kohókokszyártása szempontjából, mivel nekünk igen sok barnaszénünk van és abból sikerült bizonyos mértékig alkalmas kohászati kokszot készíteni.

A másik kérdés, amivel foglalkozni szeretnék, az a megnyitó előadáshoz kapcsolódik, amely bevezette az Akadémia Nagygyűlését s amelyet Fogarasi akadémikus tartott, aki éppen a mi kutatómunkánkkal kapcsolatban vetette fel azt a hiányosságot, hogy a kutatómunka, tehát az elmélet, nem kapcsolódik végig a gyakorlattal, tudományos életünkben és ipari munkásságunkban. Valóban itt ennél az igen fontos kérdésnél, nehéziparunk fejlesztésének a kenyerénél, a kohókoksznál ezen a téren döntő változásra és javulásra van szükség. Az Akadémiának, a vegyiparnak, a bányászatnak, a kohászatnak nemcsak általánosságban megjelölt együttműködésre van szüksége, hanem komoly, szervezett és a napi kutatási eredményeket a gyakorlatban érvényesítő együttműködésre ahhoz, hogy eredményeket érjünk el.

Ami a kohászatot illeti, nem szeretném most a szénfeldolgozó vegyiparnak szokványos kritikáját adni a kohászat felé. Hiszen ez elég gyakran elhangzott, gyakran ismétlődik is. Itt csak azt a kérést szeretném megismételni, amit szerencsénkre éppen kohász, Nahoczky kartársunk mondott, aki rámutatott arra, hogy a kohászatnak most már elébe kellene mennie azoknak az eredményeknek, amelyeket a szénfeldolgozó ipar hazánkban a kokszyártás terén elért. Véleményünk szerint is valóban az a feladat áll előttünk, hogy sürgősen kísérleti törpekohót kell építeni és ebben már a rendelkezésre álló félkokszoikat, apró kokszoikat kell megkísérlni alkalmazni. Ez igen nagymértékben előrevinné a különböző barnaszén kokszttermelvények gyakorlati alkalmazását, másrészt pedig igen fontos támpontot adna arra vonatkozólag, hogyan tervezzük megépíteni a különböző kokszoikat, amelyeket már ma kell megtervezni ahhoz, hogy 2—3 év múlva és a második ötéves tervben termeljenek. És ha nem ezen az úton haladunk, akkor igen kellemetlen meglepetések érhetnek bennünket, de én egyáltalán nem aggodalmaskodom emiatt, mert hiszen felvetődött és helyesen vetődött fel a Nagygyűlésen a kérdés és biztos vagyok benne, hogy az Akadémia segítségével az együttműködés megvalósul.

A kokszoilási kérdéssel kapcsolatban szeretnék még más kérdésekkel is röviden foglalkozni és ha szabad nemcsak Schlattner kartárs előadásával, hanem Szádeczky akadémikus tegnapi előadásával.

A szakemberek előtt ismeretes és a tegnapi előadás elég jó adatokat szolgáltatott azokra a kutatásokra vonatkozólag, amelyeket Szádeczky akadémikus hazai szeneink petrográfiai vizsgálatai alapján közölt. Ugyancsak ismeretes Szádeczky akadémikus elmélete a szenek kokszoilódásának okairól. Ezzel kapcsolatban szeretnék néhány kérdést felvetni. Az egyik ilyen kérdés a következő:

Szádeczky akadémikus elmélete szerint a szenek vitrites része összefüggő, zárt szöveteket alkot és a szén illótartalma okozza, a zárt felület következtében, a felfúvódást. Kissé dialektikusan nézve ezt az elméletet, felmerülhet az a kérdés, hogy számos jóminőségű, nagy illótartalmú hazai barnaszeneinknél nem tekintendő-e a kis vitrit-tartalmú, vagy csupán durit, fuzit, klárit képződményekkel rendelkező szénfelület zárt felületnek az igen nagy illótartalomhoz képest?

Gyakorlatilag: nem javul-e meg bizonyos szénkeverékek felfúvódása, ha viszonylag kismértékben adagolt vitrites szenek mellett, nagy illótartalommal rendelkező, önmagukban nem fúvódó szeneket (hazai barnaszene) adunk?

A másik kérdés az, amit az előadásban Schlattner elvtárs is felvetett, amely úgy hangzott, hogy melyik út a helyesebb: a különböző szenekből előállított kokszoik keverése a nagyolvasztóban, vagy pedig olyan kohókokszo előállítása, amelyet különböző szeneik keveréséből kapunk és megfelelő tulajdonságúak a nagyolvasztó számára. Vajjon nem lenne-e olyan módszer is, — figyelembevétel Szádeczky akadémikus elméletét, — hogy a kokszoilókamrákban való lepárlásnál a különböző fajtájú szeneket ne előzőleg keverjük össze, hanem a különböző sülőtulajdonságokkal rendelkező szénfajtákat, pl. a pécsi szenet a kamratöltet tetejére szórni, azaz mesterségesen igyekezzünk a vitrites tartalmú szeneiből zárt felületet alkotni.

Végül pedig szeretnék már máshol, tudtommal nálunk is elvégzett kísérletekre visszatérni, amelyek meglehetősen jó eredménnyel jártak. Azt szeretném megemlíteni tudniillik, hogy a szenek kokszoiló-, sülőképességét nagyban elősegíti, ha a felfűtés gyorsan történik. Vajjon az itt betöltésre kerülő szenek előmelegítése bizonyos hőfokokra — 200—300°-ra — nem hozna a mi gyengén sülő szeneinkkel bizonyos eredményt, elősegítenék a gyorsabb kokszoilódást?

Visszatérve feladatainkhoz, azt hiszem, hogy általában mindnyájan egyetértünk abban, hogy kémikusaink és szénfeldolgozó iparunk is sok és jó eredményt ért el ezen a téren. Ezeknek látható eredménye már a kokszolók építésében is mutatkozik. Mindazonáltal az a meggyőződésünk, hogy a megvalósítás útján az eddiginél sokkal bátrabban kell előremennünk.

Schlattner kartárs említette itt a Német Demokratikus Köztársaság példáját és azt hiszem, hogy nekünk ezt a példát azon a módon kell figyelembe vennünk, hogy kísérleteinket a törpe olvasztó építésében, de általában a kísérleti üzemek megvalósításában is sokkal gyorsabban kell eszélőznünk. Köztudomású ugyanis, hogy gyakran a kutatási eredmények nagyüzemi megvalósítása óriási akadályokba ütközik és igen sok módosítás keletkezhetik addig, amíg ez kivitelezhető lesz. Ezeket az akadályokat sokkal könnyebben tudjuk legyőzni, ha a kísérleti üzemek elősegítik a kutatási eredmények megvalósítását.

Azt hiszem, hogy mostani és elkövetkező ötéves tervünk érdekében dolgozunk akkor, amikor ezeket a fontos kérdéseket itt az Akadémia Nagygyűlése keretében tárgyaljuk és elhatározzuk, hogy az együttműködést megszilárdítjuk a tudomány képviselői és a gyakorlati szakemberek között.

ZELE MIHÁLY

Az előadással kapcsolatban felsorolom azokat a gyakorlati kérdéseket, amelyek részünkre jelenleg is, de a közeljövőben kidolgozandó második ötéves terv szempontjából is döntő fontosságúak.

Lőrincz miniszterhelyettes elvtárs megemlítette már, hogy a szénvegyészetnek és a kohászatnak sokkal szorosabbak az összefüggései, semhogy problémáikat külön-külön utakon oldhatnák meg. Nem értek azonban egyet Nahoczky kartárssal abban, hogy ez mérkőzés. Szép a »mérkőzés« szó, de talán inkább a kezét összefogva, összefonva tegyünk kísérletet a megoldásra, s az első lépések ebben az irányban éppen Lőrincz elvtárs kezdeményezésére már megtörténtek. Ettől eltekintve, szeretném vázolni azokat az utakat, amelyek minket, gyakorlati kohászokat a jövőbeli tervek kialakításánál az azonnali végrehajtás szempontjából közelebről érintenek. Ebből a szempontból Schlattner elvtárs előadását két részre bontanám. Feladatunk a nagyolvasztók részére szükséges koksz és az új eljárásokkal a közbenső ércelőkészítési eljárásokhoz szükséges anyagok biztosítása és ezzel közvetve a nagyméretű olvasztók tüzelőanyaggal való ellátásának biztosítása. Ezt a két utat nekünk legalább is egyelőre határozottan követnünk kell és ezektől nem szabad eltérnünk. Éppen Bargyán akadémikus tette azt a nyilatkozatot legutóbbi itt tartózkodása alkalmával, hogy egyelőre a nyersvasgyártás, legalább is a nagy tömeget képező és az acélgyártást szolgáló nyersvas gyártása nem képzelhető el másként, mint normális nagyolvasztókban. Ezt a kijelentését alapos tanulmányok alapján tette, azon az alapon, amit az alacsonyaknás kohókról mondott. Talán nem szó szerint, de megpróbálom idézni: az alacsonyaknás kohókra a Szovjetunió is rátért, de ez még kísérleti stádiumban van. Sok metallurgiai és anyagfelhasználási tényező még nincs úgy tisztázva, hogy erre egyik napról a másikra üzemszerűen rá lehetne térni. Hogy az alacsonyaknás kohókkal foglalkoznunk kell, az egészen kézenfekvő, ezt el is határoztuk. Természetesen nem csupán rajtunk múlik, hogy a megvalósítás a kelleténél lassabban halad.

Visszatérek arra, amit tennünk kell a második ötéves terv célkitűzésének megvalósítására. Hivatkozom Rákosi elvtárs és Gerő elvtárs kijelentésére, hogy

a második öt éves terv végére négy millió tonnához közelálló, vagy azt meghaladó mennyiségű acéltermelést kell elérni. Már ez meghatározza teendőink irányát. Először is fejlesztenünk kell a nagyolvasztáshoz szükséges koksz gyártását. Ez lenne a kőszénből termelendő koksz kérdése. Ezen kívül lenne az alacsony-aknás kohók közvetítésével, azok használatával egy másik irány, amely nem a tömegtermelést, hanem egy kisebb feladatot, például az öntészeti nyersvas gyártását szolgálná, ahogyan ma az a NDK-ban van. Eddigi értesülések szerint ugyanis a NDK alacsonyaknás kohói csupán öntészeti vasat gyártottak és nem tudtak áttérni egy, az acélgyártás követelményeinek is eleget tevő olyan nyersvas gyártására, amelyet az acélgyártás közvetlenül felhasználhatna. Ezeket a reális eredményeket figyelembe véve tehát nekünk egyelőre ezen az úton lehet haladnunk és terveinket valamihez kötnünk kell: nem levegőben lógó, hanem kézzelfogható eredményekre kell támaszkodnunk.

Schlattner kartársam megemlítette a nagyolvasztókhoz szükséges koksz minőségét. Arra szeretném a figyelmet felhívni, hogy azok a kiegészítő megoldások, amelyeket ma használunk, a nagyolvasztás szempontjából igazán csak kiegészítő megoldások, hiszen ma kénytelenek vagyunk 25—60% gázkokszot használni — így nevezem a termelési hely szerint a gázgyárban készült kokszot —, amelynek minősége az oda beszállított szén függvénye, s bizony nagyon sokszor olyan kokszal kell dolgoznunk, amely 15—20%-os termeléseszkökenést jelent. Szénvegyészeink figyelmét felhívtuk már arra, hogy a liász-szenekből, tehát a kőszénből termelt kokszoknál is vannak megoldandó feladatok, amellet, hogy vannak távolabbi problémáink is, így a barnaszén kokszosítása.

A kőszénkokszok közül megemlítem például a pécsi kokszoló termékét, amelynek ugyan sokszor megvan a 70 Micum szilárdsága, de ez önmagában részünkre semmit nem jelent. A 10 mm alatti szemnagyság, tehát a lemorzsolódás meghaladja a 20%-t. Ez csak a kísérleti meghatározás, de mi történik az olvasztóban? A lemorzsolódás tovább folytatódik, a frakcionálódás az apró szemnagyság felé növekszik, az olvasztót elfojtja, valósággal elfullasztja, és normális nagyolvasztásról, illetve nyersvasgyártásról beszélni sem lehet. Itt van tehát egy probléma. A koksz Micum szilárdsága nem egyedüli kifejezője a koksz minőségének, mert a mi viszonyaink között a morzsolódás fontosabb magánál a szilárdságnál is. Elfogadható, ha a normális szilárdság mellett a lemorzsolódás mértéke a külföldi kokszokhoz képest 5—8% között van, de ha 15% fölött van, akkor a termék semmi körülmények között sem számíthat normális kohókoksznak. Meg kellene tehát oldani a hazai kőszénből készült kokszoknál a szilárdság mellett a morzsolódás csökkentését.

A nagyolvasztásnál azonban vannak bizonyos segéd eljárások, amelyekről Schlattner kartársam igen helyesen emlékezett meg. Ilyen például a Krupp-féle rögzítő eljárás. Ennek azonban nemcsak szén, hanem metallurgiai vonatkozásai is vannak. Éppen e metallurgiai vonatkozásokból kifolyólag a használandó érc minősége szabja meg a kohósítás megvalósításának lehetőségét, vagy annak lehetetlenülését. A mai érchelyzet itt kissé bizonytalanná tesz minket. Felvetették egyesek, hogy a külföldről, például a Szovjetunióból származó krivojzogi ércet mossuk, frakcionáljuk két fázisra, egy dús fázisra és egy gyengébb fázisra, a gyengébb fázist, amelynek kovasavtartalma kissé nagyobb, vigyük be a Krupp-eljárásba. Ily módon meglehetősen jó terméket kapunk, amelyet a nagyolvasztóba viszünk és így kokszot takarítunk meg. Az tagadhatatlan, hogy kokszot takarítunk meg vele. Felületes szemléletnél ez elfogad-

ható álláspont, de ha közelebbről nézzük a kérdést, magánál a Krupp-eljárás, tehát a rögsítő eljárás használatánál meg van szabva az érc minősége, hogy megfelelő salakot adva, az egyáltalán kikerüljön a kemencéből.

A szénnél Schlattner kartársam szavait nem egészen értettem meg. Azt mondta, hogy bármely gyenge minőségű félkokszt használható a rögsítésnél. Nem tudom, jól értettem-e. Ez helyes, mert hiszen a szénhamu, vagy a kokszt hamu kavasvartartalmának növekedése esetleg jó hatással van az egész rögsítési eljárásra, de ennek is ára van. Minél nagyobb tömeget mozzgatunk meg vele, annál drágább, annál több tüzelőanyagot használ fel, s éppen ez az a pont, amelyre rá szeretnék mutatni.

A rögsítési eljárás elismerten a legdrágább ércelőkészítési eljárás, bár igen nagy előnyökkel bír a nagyolvasztás részére, mert a vasnak az ércbéli vastartalmát jelentékenyen megnöveli. Ha tehát ezt a kérdést vizsgáljuk, ne csak az abszolút koksztfelhasználás szempontjából nézzük, hanem nézzük meg mellékördülményeit, melegfogyasztását is. Mit jelent ez éppen magyarországi viszonyok között, ahol barnaszénből és kőszénből együttvéve nem rendelkezünk a kalóriáknak olyan bőségével, hogy ezzel számítás nélkül gazdálkodhatnánk.

Ami a Schlattner és Nahoczky kartársak részéről felvetett alacsonyaknás kohósítást illeti, errenézve az előbbi kijelentésemet még szeretném kiegészíteni. Ezt Bargyin akadémikus kijelentése is alátámasztja. Ez ma még nem nevezhető kiforrott eljárásnak, és még hosszabb idő szükséges ahhoz, hogy azt egy generátornak, illetve gáztermelő egységnek tekintsük, vagy vastermelő egységnek minősítsük. Bargyin akadémikus azt javasolta, hogy valahol, gázfogyasztó és gázfeldolgozó közelében, például egy gázműben állítsunk fel egy alacsonyaknás kohót, ahol mellékesen vasat is kapunk, de elsősorban azt nézzük meg, hogy a gázt hogyan tudjuk felhasználni. Azt hiszem, ez a helyes eljárás és ezt az utat kellene követnünk.

Először elhatároztuk, hogy Ózdon fogunk felállítani egy kisolvasztót. Lassan azonban megérlelődött bennem a gondolat, hogy jobb lenne ezt azon a kísérleti telepen felállítani, amelyről Lőrincz elvtárs tett említést, és amelyre feltétlenül szükség van a közös problémák kimunkálására. A külföldi irodalomban napról-napra jelennek meg leírások például a Liège-i és Oberhausen-i, valamint egyéb alacsonyaknás kohókkal végzett kísérletekről, de egyik sem mutatott még rá, hogy tulajdonképpen milyen termékeket kaptak, mit használtak fel. Csak feltevések vannak a cikkekben. El kell tehát fogadnunk azt a felfogást, amelyet az egyik külföldi cikkben olvastam, hogy t. i. nem az ércet és a tüzelőanyagot kell az alacsonyaknás olvasztóhoz szabni, hanem az alacsonyaknás olvasztó profilját, szerkezetét kell kiképezni a mindenkor adottságokhoz, az ércviszonyokhoz és a tüzelőanyagviszonyokhoz is igazodva. Éppen ezért sürgős az alacsonyaknás olvasztók felállítása és bizonyos mértékig talán szemrehányás is ért minket, amiért eddig nem tettünk megfelelő lépéseket.

Az alacsonyaknás olvasztóval folytatott kísérletek a NDK-ban nem egészen azt az eredményt adták, amit kellett volna. Nem voltak teljesíthetők éppen a kokszt iránti követelmények, ami nálunk is hiányzik és aminek megvalósítása bizony hosszabb időt és fáradságot kíván. Ezeket akarjuk legyőzni és így tudjuk majd elvégezni azokat a kísérleteket, amelyek szükségesek, hogy már a második ötéves terv elejére kialakítsuk azt a típust, amellyel a nyersvas egy részét termelni tudjuk.

Még azt a kérdést szeretném megemlíteni, amelyet Schlattner és Lőrincz elvtárs is felvetett, vajjon a vegyészet egységes koksztot termeljen-e, vagy pedig

különállóan, különféle kokszot, különféle szénminőségekből származó kokszot? Azt hiszem, a kohászat szempontjából a dolognak akkor van jelentősége, ha a kokszolásnál oly minőségű kokszot kapunk, amely romlásban nem haladja meg lényegesen a külföldi kokszaink gyengébb minőségénél már jelenleg elfogadott értékeket. Feltételezem, hogy itt elsősorban csak fekete kőszénből, esetleg barnaszén hozzákeverésével termelt kokszot kell alapul venni, végeredményben a kohászat szempontjából a keverék összetétele kevésbé fontos. Amit Schlattner kartárs megemlített a kokszminőségeknél, az eszményien jó minőség, amit mi szeretnénk, de sajnos, nem tudunk megkapni. Erről bizonyos mértékig már lemondtunk. De a kohászat szempontjából a lemondásnak is van határa. A hamutartalomnak minden egyes százaléknyi növekedése és a kén növekedése a kohászatnál, az olvasztásnál jut kifejezésre, mégpedig termelés-csökkentő és drágító tényezőként. Az elkövetkezendő kísérleteknél pedig ezeket a szempontokat soha szem elől téveszteni nem szabad. Nem a minden áron való kohósításra kell törekedni, hanem igenis mindig szem előtt kell tartani a gazdaságosságot is.

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

Lőrincz elvtárs kérdésére szeretnék röviden válaszolni tegnapi előadásommal kapcsolatban.

Mindenekelőtt megemlítem, hogy az én elméletem a kokszolódásra, a felfúvódásra vonatkozik, nem pedig az összesülésre. Tehát az én elméletem kizárólag a felfúvódási képességet igyekszik értelmezni, nem pedig egyszerűen az összesülést is. Ennek az elméletnek a lényege talán az, hogy a vitritszerkezet esetében megvan a lehetősége a gázok visszatartásának. A szénülés növekedésével azért válik ez a sajátság mindinkább erőssé, mert éppen a szénülés az esetleges szétaprózódó vitrites részeket mindinkább ismét egységessé forrasztja össze. Most a zsíros kőszén utáni sovány kőszén állapotában viszont azért szűnik meg hirtelen a kokszolódás, mert ott bitumenites, magát felfúvó, gázt adó rész alakul át hirtelen és mondhatnám végérvényesen ugyancsak humilites elegyrésszé és itt többé nincs, ami felfújjon. A szerkezet megvan, de mondom, nincs ami felfújjon.

Az utóbbi két évben nem igen foglalkoztam szénközöttani dolgokkal, ellenben a szénkémia révén — ahhoz most újra visszatérve — az egyik elképzelésem, amiről tegnap nem beszéltem, amit azonban rövidesen laboratóriumi kísérletként véghez akarok vinni, nevezetesen, hogy elméletem szerint a felfúvódó képesség, tehát a vitrit felfúvódóképessége, a vitrit felfúvódhatósága tulajdonképpen a zsírkőszén állapota után sem változik meg. Csak az történt, hogy a bitumenit alakult át, vagyis nincs ami felfújjon, tehát a vitrit továbbra is felfúvódhat. Ezért azt a kísérletet szeretném elvégezni, különösen mecseki liász-szeneken, hogy veszek egy, a kokszolódás optimumát meghaladt sovány kőszén + egy, még meg nem ért gáz, vagy láng kőszén, vagy barnaszén is és ennek keverékével próbálom meg a kokszolódást. Lehetőség, hogy az utóbbi két év irodalmában van erre vonatkozó adat.

Az ittlévő kartársak természetesen nagy segítséget nyújtanak, ha e kérdésre vonatkozólag irodalmat adnak nekünk. A kísérleteket még ekkor is elvégeznénk, mert más pl. egy ruhrvidéki vagy kujbisevi szén és más dolog a mi szeneink.

Lőrincz kartársnak két konkrét kérdése volt. Az egyik az, hogyha nagyon nagy illótartalmú akár a barna, akár a fekete kőszén, akkor nincs-e a felfűvődésnek nagyobb valószínűsége?

Véleményem szerint természetesen minél nagyobb az illótartalom, egy bizonyos határig, annál jobb lesz a felfűvődés. Azt a bizonyos határt szám-szerűleg nem tudom megadni, de nyilván ha a vitritmennyiség, a huminit-anyag csökken, akkor természetesen újból csökkennie kell ennek a képes-ségnek is.

Ezzel kapcsolatban legyen szabad megemlítenem egy régebbi kísérlete-met, amelynek célja volt tiszta bituminit anyag kokszosítása, annak meg-állapítására, hogy az milyen kokszt ad. Itt természetesen ugyanez mutatkozik nagyrészből, egy kis rész azonban visszamaradt és felfűvődött, megsorvadt egy rész, egy kevés koks, amely azonban sajnos feltűnően kis szilárdságot mutatott. Tehát önmagában bizonyos határon túl a kialakuló rész nyilván már káros lesz.

Ami most a felmelegítés problémáját illeti, azt hiszem, errenézve közismert, hogy a szén gyors felmelegítése általában azért előnyös, mert megakadályozza az előzetes oxinitképződést. Minden huminitből a felmelegítés folytán mindinkább könnyen és gyorsan oxinitekkel keletkeznek, amelyekről éppen a tegnapi bányászati előadásban hallottuk, hogy mennyire károsak.

Amennyiben Lőrincz kartárs kérdésére válaszoltam — ha úgy találja, hogy válaszoltam — akkor szabadjon még egy-két kérdést röviden érinteni,

Az egyik a nomenklátúra kérdése, amit Nahoczky kartárs volt szíves említeni. Tíz évvel ezelőtt én magam is, hogy úgy modjam, kőszén és barnaszén nomenklátúra-párti voltam, vagyis azt alkalmaztam, ami német fordításból eredt. Vadász kartársnak sok érdeme között egyik érdeme az, hogy meggyőzött engem is és tudomásom szerint azután az egész Akadémiát is arról, hogy ez a rövidítése a szónak nem túlságosan előnyös, egyszerűen szolgai fordítás. Az el-sőbbbség tekintetében, — ha jól emlékszem — Nendvichre hivatkozott Vadász akadémikus. Ez ennek a kérdésnek egyik múlt századbéli kezdeményezője volt. Ő azután sok egyéb név alapján is meggyőzött mindannyiunkat arról, hogy a magyar nyelvhasználatban helyesebb azt mondani, hogy fekete kőszén és barna kőszén.

Végül pedig még egy kérdést szeretnék felvetni Schlattner kartárs előadá-sával kapcsolatban.

Természetesen teljesen elismerem azt, ami tegnapi előadásomban nyilván-való volt, hogy nekünk elsősorban fekete kőszénünk, liász-kőszénünk kohó-kokszosításával kell foglalkoznunk, mégis fel szeretnék vetni egy eszmét a barna kőszénre nézve. Talán már beszélgettünk is arról, amit itt most érintek és megkérdézem most igen tisztelt előkészítő kartársaimat, nem történt-e kísérlet arra nézve, hogy a barna kőszénektől a fás részt és a szabad szemmel nem látható, de mindenképpen xylites részt különválasztották-e, hogy azután a barnaszén kokszosítható legyen.

ZSÁK VIKTOR

Azt szeretném megkérdézni Schlattner kartártól, amire nem tért ki, hogy 1 kg barnaszén-kokszhhoz mennyi nyersszénre kell felhasználni, mert ez lényegesen befolyásolja az egész ország széngazdálkodását. Például 1 kg borsodi

barnaszén-kokszhoz mennyi nyers osztályozott aknaszenet kell felhasználni? Mennyire van szükség a pécsi liász-szénből?

Gloetzer József: 4 kg borsodiból lesz 1 kg és marad 1 kg generátor-anyag is.

Zsák Viktor: És a pécsi szénből?

Gloetzer József: Az a kérdés, hogy mennyire mossák, hány százalék hamuig kell lemenni.

Zsák Viktor: Nem ezt kérdeztem, hanem azt, hogy 1 kg jó olvasztó kokszhoz hány kg pécsi nyers szenet kell felhasználni?

Gloetzer József: 2,5—3 kg-ot.

Varga József: Telepenkint változik.

Zsák Viktor: Ez a szám nekem elegendő.

Az előadásokon hallottakból s a közölt adatokból az látszik, hogy elsősorban a borsodi barnaszén esetén az egységnyi nyersvas kohósításához szükséges barnaszénkoksz előállításához annyi barnaszénre van szükség, hogy evvel a mennyiséggel a villamoskohósításhoz szükséges energiát is termelni lehetne, sőt még fölös energia is maradna. Pécsi szén esetén a koksz felé a viszonyok valószínűleg kedvezőbbek.

Ennélfogva nagyon meggondolandó a villamos kohósítás ügye.

Nagy előnye a villamos olvasztónak a fúvós nagyolvasztóval szemben, hogy alig van szükség az ércek darabosítására, nincsen szükség kokszolásra, ami, mint Schlattner előadásából láttuk, barnaszén esetén elég komplikált és körülményes eljárás, elmaradnak a fúvógépek és a léghevítők. A gáztisztítás nagyon egyszerűsödik, mert a fúvós nagyolvasztóval szemben, ahol 1 kg nyersvasra 4—5 m³ gázt kell tisztítani, a villamos olvasztónál csak kb. 0,7 m³ gáz termelődik, tehát csak kb. egyhatoda. A gáz azonban nagy fűtőértékű, kb. 2500 kcal/Nm³. A villamos kohó termelt gázából nem használ el semmit, tehát teljes egészében rendelkezésre áll más üzemek, pl. Martin-kemencék fűtésére. A redukcióra nyers barnaszének is használhatók s ennek ellenére a nyersvas kis kéntartalommal termelődik, tehát nincsen szükség külön kéntelenítésre az olvasztón kívül.

Természetesen a villamos olvasztóhoz nagy erőközpont szükséges, de irodalmi adatok szerint a termelés egységére vonatkoztatva az összeruházások a kétféle rendszernél kb. egyformák.

A villamos kohó üzeme ma már teljesen tisztázott és napi 150—200 t termelésű kohók biztosan működnek. Mennél kokszigényesebb a termelendő nyersvas és mennél hitványabb a koksz, annál inkább jöhet egy villamos kohó számításba. Ilyen eset pl. a ferromangányártás, vagy pedig a tükrösvasgyártás Martin-salakból stb.

Véleményem tehát az, hogy a már működő és építés alatt lévő fúvós nagyolvasztók kokszszükségletét mindenképpen fedezni kell, ha nem sikerül külföldi, akkor belföldi koksszal.

Ha azonban nyersvasgyártásunknak további fejlesztése hazai tüzelővel kívánatos, akkor a gyakorlati eredményekre támaszkodva alaposan meg kell vizsgálni, hogy milyen olvasztótípust, a fúvós nagyolvasztót vagy pedig az alacsonyaknás villamos vagy az alacsonyaknás fúvós olvasztót vegyük-e?

GLOETZER JÓZSEF

Szabad legyen a kérdéshez a szénttechnológus szempontjából szólnom. Szele kartárs leszögezte, hogy az országnak a második öt éves terv végéig 4 millió tonna ácélt kell termelnie, amihez természetesen nyersvas is kell. Azt is mondta,

hogy ennek a nagy mennyiségnek nagyrészét nagyolvasztóban kell termelni. Ehhez olyan nagymennyiségű nagyolvasztó kokszt kell, amennyit a második ötéves terv végéig magyar feketekőszénből termelni nem lehet. Ezért volt kénytelen a széntekológia — amiért sok erős és szigorú kritika is érte — megkísérelni, hogy barnaszénből termeljen a nagyolvasztóban is használható kokszot. Az eddigiekhez hozzáfűzöm, hogy kőszénnel még behozatal útján sem tudjuk biztosítani a szükséges kokszmennyiséget. A széntekológia tehát kényszerűségből lépett arra az útra, hogy barnaszénből olyan kokszot igyekezzen termelni, amely — ha egyelőre csak kisegítésképpen is — a nagyolvasztóban is alkalmas a nyersvastermelésre. Olyan országban, amilyen a mienk, ahol feketekőszén, főleg kokszolható fekete kőszén kevés van, nyilvánvalóan alkalmat kell keresnünk a nehézségek áthidalására. Erre Nahoczky kartárs is rámutatott már. A fekete kőszénből termelhető kokszot lassankint teljesen ki kell küszöbölnünk. Rendkívül nagy öröme van a széntekológusoknak, hogy most már a kohászat terén is visszhangra talált az a többször hangoztatott javaslatunk, hogy ahol a főcél a generátorgáz termelése — és itt csatlakozom Szele kartárs elgondolásához — térjünk rá az új útra. A Szovjetunióban is folytattak már ilyenirányú kísérleteket, sőt ott tőzeget is használnak nagyolvasztóban nyers vas termeléséhez, de nem a nyersvas kedvéért, hanem a gáztermék kedvéért. Az én véleményem és általában a szénteknikusok véleménye szerint ez nagymértékben hozzájárul a termeléshez.

Képzelnék egy szélsőséges esetet. Magyarországon kb. 1.7 millió tonna barnaszén használunk fel generátorgáz termelésére. Ha ezt a szénmennyiséget folyékony salakkal dolgozó generátorban használjuk fel, amely lehetővé teszi a nyersvas kiolvasztását az esetleg hozzáadott ércből is, akkor lehetne termelni évente 400 000 tonna nyersvasat, tehát a kitűzött mennyiségnek kb. 10%-át, azaz tekintélyes részét. Ilyen irányú kísérletek a Szovjetunióban is folynak. Csatlakozom Nahoczky kartárs javaslatához, hogy ezeket a kísérleteket minél előbb indítsuk meg itt is. Hangsúlyozni kívánom, hogy ez az eljárás sem kokszot, sem generátort, sem továbbmenőleg oxigént nem kíván a generátorba, mert az előmelegített levegővel a cél elérhető.

Legyen szabad egy másik kérdéshez is hozzászólnom széntekológusi minőségemben. A szén felmelegítésének gyorsaságáról van szó, amely összefüggésben van azzal, hogy jó kokszot kapjunk. A szén felmelegítésének gyorsasága a szén minőségétől is függ. A legjobb kokszszén felmelegítése lassan történik. A kokszolók kamrái szélesek, a felmelegítés lassan történik. A felmelegítés most csak a nem jó kokszszénknél előnyös, amelyek nem adnak jó kokszot és csak erőszakoltan nevezték ki kokszszénké. Az a törekvés, hogy gyengébb szeneket is felhasználjunk nagyolvasztóban, vagy általában koksztermelésre, nem elszigetelt jelenség nálunk. Így van ez az egész világon. Mindenütt ez az irányzat kényszerűségből, mert a jó kokszszén elfogytak, vagy elfogyóban vannak. Természetes, hogy ez a helyettesítés nem lesz olyan gazdaságos, mint a jó kokszszénből való termelés, de ezzel számolni kell, mert ha nincs meg a legjobb anyagunk, akkor kötelességünk olyan anyagot használni, amellyel a feladatot meg lehet oldani, ha mindjárt kissé drágábban is.

Végül felelek arra a kijelentésre, hogy a szénteknikusok mérkőznek a kohászokkal. A szénteknikusok és a kohászok nem mérkőznek, hanem versenyeznek egymással, mégpedig abból a célból hogy minél jobban, minél olcsóbban és minél gazdaságosabban próbáljanak megfelelni feladatuknak.

TARJÁN GUSZTÁV

Csak ahhoz kívánok szólni, amit Szádeczky akadémikus mondott a szén-előkészítéssel kapcsolatban. Erre adnám meg a nemleges választ, nevezetesen, hogy részemről nem történt olyan vizsgálat, amely a fás részeket a lignittől különválasztaná. Nem vizsgáltam meg, hogy vajjon a fás rész ad-e maradandó kokszot. Főleg azért nem, mert a kokszolás nem az én szakterületem, csak időnként belekontárkodom.

Ami azt a kérdést illeti, hogy az optimális kokszolódo sajátságokkal bíró szenek felett és alatt lévő szenek összekeverésével lehet-e a koksz minőségét javítani — bár ez nem az én szakterületem — az irodalomból tudomásom van arról, hogy ez általánosan használt módszer.

Ami azt a kérdést illeti, hogy mennyi koksz-szenet lehet kapni részben a fekete-, részben a barnaszénből, arranézve legyen szabad néhány adatot említenem Zsák professzor részére.

A komlói nyers szénből, amely 22—23%-os hamutartalmú, kb. 50% körüli, 8%-os hamutartalmú koksz-szénre lehet gyakorlatilag számítani, persze ebből a koksz-szénből mire koksz lesz, még további 70% körüli súlyvesztés adódik. A borsodi 10—12%-os hamutartalmú szénnél az előbb közölt 50%-os kokszkihozatal várható, kb. négyszeres.

Ezeket az adatokat nem akarom most részletezni és ezek a számok inkább csak óhajtott számok lehetnek, mert hiszen nem ismerek olyan magyar lignitet, amelyből akármilyen kis gyakorlati súlykihozattal el lehetne érni a 4—5%-os hamutartalmat. Ez olyan kívánság, amit nagyon helytelen lenne a szénelőkészítők részére megszabni.

Az előadás még egy részére reflektálok, mégpedig arra, amely szerint koksz-szenünk mennyiségét olyan úton-módon lenne célszerű megnövelni, hogy szenünket petrográfiai elegyrészekre választjuk szét és vitritben dúsítva frakcionáljuk, azután hozzákeverünk gyöngébben kokszoló duritdús barnaszenekeket.

Kérdem, van-e értelme annak, hogy először szétválasszuk a pécsvidéki-komlói szenet és utána végezzük el a vitrites frakcionálást. Talán abban az irányban lenne ennek a petrográfiai komponensekre való szétválasztásnak célszerűsége, hogy azokból a pécsvidéki szeneinkből, amelyek túlkeves vitrit miatt nem adnak jó kokszot, ezeket dúsítsuk meg, hogy ezekből is jó kokszot kapjunk. Azt hiszem ez helyesebb mód lenne, mint a szétszedés. Hiszen semmi értelme sincs annak, hogy végeredményben ugyanolyan gyengébb minőségű kokszot produkáljunk, mint amit az magától is adna. Minden ilyen szétválasztás természetesen az értékes komponensek veszteségével jár és ezzel tulajdonképpen koksz-szenünk mennyisége csak csökkenne.

TÓTH-SARUDI BÉLA

A kokszolás kérdéséhez szeretnék néhány szóval hozzászólni. Schlattner elvtárs előadásából hallottuk, hogy a pécsi liász-szén is programmba van véve a barnaszénnel való kokszosítás szempontjából. Ez azt jelenti, hogy a pécsi

szén részben a komlói, részben a külföldi, részben pedig harmadik változatként barnaszénnel keverve is kokszosítható legyen.

A pécsi szénre tehát igen nagy és fokozott feladatok várnak. Szerintem azonban nemcsak bányászati feladat az, hogy a pécsi szénből minél több álljon rendelkezésre, hanem ehhez egyéb kutatószempontok érvényesítése is szükséges. Itt arra akarok kitérni, hogy a pécsi szénnek megvan az az érdekes tulajdonsága, hogy 17%-os hamutartalmú pécsi szén kokszolódás szempontjából nem nagyon marad el 22—23%-os pécsi széntől. Ez azonban nem minden vonatkozásban van így. A komlói szénél például ez nincs meg. Ott a 17%-os hamutartalomnál lényegesen kevesebb a kokszolódási lehetőség. Ha mi azt akarjuk, hogy a pécsi szén sokfelé fel tudjuk használni, bizonyos engedményeket kellene tennünk, pl. a hamutartalom szempontjából. A kutató munkát olyan irányban kellene kibővíteni és kiterjeszteni, hogy a kohászati szaktársakkal közösen meg kellene állapítani a hamutartalom felső határát, ameddig kohászati szempontból el lehet menni.

Én is osztom azt, amit Szele kartárs mondott, hogy a mostani szénnek nem vehető rendszeresen figyelembe. Mégis meg kellene állapítani azt a határt, amit tekintetbe kell venni a hamutartalomnál és így olyan elegyeket összeállítani, — akár a komlói, akár pedig a cseh szénrel, vagy a barnaszénrel — amelyek lehetővé tennék a pécsi szén maximális hamutartalmát és ily módon megfelelő minőségű koksz gyártását. Helyesebb tehát a másik szénfélésegnél a hamutartalmat bizonyos mértékben csökkenteni és a pécsi szén nagyobb hamutartalmát meghagyni, hogy ily módon a pécsi szénből jobb minőségű kokszot lehessen termelni.

Itt rá térek még arra, amit Szele kartárs szintén megállapított, hogy a szilárdság jó, de a morzsolódás túl nagy. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a koksznak nemcsak a magas hőfokon való gázosítását, hanem a kigázosító berendezés megfelelő voltát is meg kell állapítani, mert ha más az a szénréteg izzó kemencében, akkor nagy kokszszilárdsághoz jó morzsolódási szám is szokott általában tartozni. Ettől lehetnek kisebb nagyobb eltérések, de ez a szabály. Itt voltaképpen most egy új részre kell rámutatni, mégpedig arra, hogy minden szénhez megvan a kigázosítási hőmérséklet, figyelembevéve azt, hogy milyen kokszot akarunk készíteni. Az előttem felszólalók már említették, hogy jó minőségű külföldi szénből kisebb hőmérsékleten szokás általában nagyszilárdságú, kiváló minőségű, nagy szemnagyságú kokszot termelni. Ezek közismert tények és ezekkel most nem akarok bővebben foglalkozni.

Például csak azt akarom felhozni, hogy a komlói, pécsi szénkeverék 1250 fokon kigázosítva egészen más természetű kokszot ad, mint ugyanaz a szénkeverék 1350 fokon. Ez azt mutatja, hogy utólag a szénkeverékből lényegesen szilárdabb, szívósabb kokszot lehet előállítani. Ez voltaképpen minden egyes szénkeverékre külön megállapítandó.

Szerintem tehát helyesebb, ha megállapítanánk az egyes szénfélések bizonyos komplexumát, először üzemileg, kutató munkával, azután pedig ugyancsak üzemileg megállapítanánk az optimális gázosítási hőmérsékletet és így megközelítenénk azokat a kritériumokat, amelyeket Szele kartárs mondott, hogy a kohó-kokszok lehetőleg ne térjenek el minőségben túlságosan egymástól, illetőleg a mostani gyengébb minőségű kohókoksznál elfogadott értéket meghaladják, vagy azoknál minőségileg jobbak legyenek. A kokszosítás folyamatánál ezek a szempontok is mérlegelendőek és minden egyes szénkeverék minőségénél figyelembe veendőek.

VARGA JÓZSEF akadémikus

Mint az Akadémia kémiai osztályának tagja, nem az előadás és a vita anyagához akarok tulajdonképpen hozzászólni, hanem annak a kérésnek adok kifejezést a műszaki osztály felé, hogy mozdítsa elő egy komplex akadémiai bizottság megalkotását, amely ezzel a népgazdaságilag rendkívül fontos és szerteágazó problémával foglalkozik. Ez az egész feladat több minisztérium hatáskörébe parcellázódott szét. Előttem is többféle kollégium határozatai, javaslatai vannak, amelyek a jövő kutató irányait jelölik meg a szénbányászásban, a szénelőkészítésben, a széntekológiában, a kohászatban és úgy vettem észre, hogy közöttük nincs kellő összhang. Kormányunk joggal várja el tőlünk, elsősorban az Akadémiától, amely az összes ilyen kutatások ellenőrzésének és a róluk való vélemény nyilvánításának legfőbb fóruma, hogy ezzel az ügygel részletesen foglalkozzunk. Arra kérem tehát a műszaki osztály vezetését, hogy alkosson meg ilyen bizottságot, mert vannak olyan tudású technikusaink, akik felelősséggel meg tudják jelölni a legjobb utat és válogatni tudnak sürgősség szempontjából is azok között a kísérleti munkák között, amelyeket meg kell valósítani.

Nem térek ki magára az előadásra és a tényleg értékes, a problémát több szempontból megvilágító hozzászólásokra, csak azt szeretném megállapítani, ha valóban szolgálni akarjuk a népgazdaság érdekeit, akkor ilyen összeegyeztető bizottsági munkára szükség van. Meg lehet ezt valósítani úgy, hogy kevés ülésel nagyon érdemleges munkát tudjunk végezni.

VADÁSZ ELEMÉR elnök

Abban a kellemes helyzetben vagyok, hogy Varga akadémikus kartársunknak ezt a javaslatát máris örömmel fogadhatjuk. Nem vagyok ugyan hivatott arra, hogy a műszaki osztály nevében ezt a kijelentést megtegyem, de tudomásom szerint az Akadémiát már felkérte a Tervhivatal komplex munkaközösség alakítására e kérdések tekintetében és ez folyamatban is van. Hogy ez a bizottság eddig nem jött létre, annak tudomásom szerint az az oka, hogy az átiratot éppen a nagygyűlés előtt kaptuk meg. Nagyon örülök, hogy a kémiai osztály részéről is felmerült ez a kívánság, amellyel a műszaki osztály kebelén belül is foglalkoztunk, s így ez a legrövidebb időn belül meg fog valósulni.

SCHLATTNER JENŐ

Legyen szabad röviden reflektálnom néhány kérdésre.

Lőrincz elvtárs kiemelte a fekete kőszének feldolgozásának elsőségét. Természetesen mi is úgy gondoljuk, hogy a barnaszén-kokszot ma már mint pótanyagot fogjuk használni. A félüzemi kísérletek gyors elvégzése fontosságának hangsúlyozását, mint a szénfeldolgozás kutatásának megerősítését és fejlesztését, a szénfeldolgozás részéről örömmel üdvözljük.

Szele elvtárs hozzászólása is alátámasztja a szénfeldolgozás kutatásának fontosságát és e téren a kohászattal való szoros együttműködés szükségességét. A kohósításnál felhasználható kokszról lényegében azt mondta, hogy szilárdsági-

lag, a hamu- és kéntartalom szempontjából nincsenek nagy igények a többi igényekhez képest.

Szádeczky-Kardoss akadémikus felvetette a kérdést, hogy a borsodi szenek széjjelválasztásával foglalkoztunk. Legyen szabad megemlítenem, hogy amikor Dorogon elkezdjük a munkát, ilyen széndarabot, amelyet meglehetősen széles, fényes és homályos sávok takartak, fáradtságosan széjjelfaragtunk és a fényes és a homályos rész között komoly eltéréseket találtunk a kátránytartalom, a hamutartalom és bizonyos tapadóképeség szempontjából.

A Nahoczky kartárs részéről kért gáz- és hamuösszetételi adatokat a NEVIKI és a BÁTI szívesen bocsátja rendelkezésre.

A Tarján professzor részéről, a széjjelválasztásra és újból való összetételre vonatkozóan felvetett kérdéssel kapcsolatban egy külföldi cikkre kell hivatkoznom, amely szerint az ilyen széjjelválasztás és összerakás után — emlékezetem szerint — elzászlotharingiai és ruhri szeneknél a 60—40-es arányt a jól sülő és a gyengén sülő minőség szempontjából 40—60 arányra sikerült javítani.

Sarudi kartárs felszólalásából szintén a kutatómunka további kiterjesztésének szükségessége hangzott ki.

A magam részéről nagyon köszönöm, hogy az értékes hozzászólások sokban kiegészítették előadásom néhány hiányosságát.

VADÁSZ ELEMÉR elnök

Köszönöm az elhangzott előadást és az igen értékes hozzászólásokat. Azt hiszem, a műszaki osztálynak ez az egyik problémája nagyon hasznos irányelveket kapott a további munkához, abban a tekintetben is, amit az imént Varga akadémikus kartársunk tett szóvá: az alakítandó komplex-bizottság tekintetében is.

A magam részéről csak azt akarom hangsúlyozni, hogy különös köszönettel vettük Lőrincz elvtárs hozzászólását abban a tekintetben, hogy nyomatékosan hangsúlyozta: ez sokoldalú komplex probléma, amelyre az Akadémia figyelmét külön is felhívta éppen népgazdasági fontosságára való tekintettel. Akadémiánk ezt eddig is figyelembevette. Amennyire én érzékelni tudtam, itt a kérdésnek csak a minőségi oldalát vizsgáltuk, és főként a kohászat és a szénipar és vegyipar együttműködésének tekintetében. Nem esett azonban szó a mennyiségről, amely elsősorban bányászati probléma. Ebben a tekintetben a helyzet sajnós az — és ezt csak azért emelem ki mellesleg, hogy bizonyítsam, az Akadémia igenis felfigyel ezekre a területekre is, mert mi régóta hangsúlyozzuk, hogy a dolog elsőrendűen súlyponti része a fekete kőszén, a kohlói kőszén kokszosítása — hogy a bányászat bizony lemaradt.

A vegyiparban a kokszosítási kérdés vizsgálatában és a kísérletekben előrehaladtunk, de a barna kőszénnek esetleges ilyen felhasználásával a még fiatal kőszénbányászatnak feladatai tudomásom szerint még nincsenek érintve, tehát ez a legnehezebb része a problémának. A kérdések ilyen időbeli összehangolását tegnap is csaknem lehetetlennek mondtam, és ma is ezt mondom, mert ötéves tervünk és vele kapcsolatosan népgazdasági kívánalmaink, az iparosítási fejlődés olyan méreteket öltött, amelyekre nézve nem is tudunk terveket csinálni, amelyeket aztán folyamatosan meg tudjunk oldani.

Ezt azonban nem azért mondjuk, mintha megoldhatatlan probléma volna. Nem ijedünk meg attól sem, ha menetközben fogunk új és új feladatokat vállalni,

illetve új irányt adni a már beállított tervmunkáknak is. Ezt is meg fogjuk oldani. A helyzet azonban az, hogy itt annyiféle irányú vizsgálatra, kutatásra van szükség, hogy ezeket csaknem lehetetlen sorrendileg bevárni, mert természetesen ezeknek az itt érintett problémáknak előbb kellene kialakulniok és erre kellene a további bányászati, termelési, feltárási és mennyiségi viszonyokat építenünk. Ezt azonban, megint csak a népgazdaság szempontjából, természetesen nem lehet bevárni. Ezért tehát mi ezeket a kérdéseket mind akadémiai súlyponti problémaként együttesükben vizsgáljuk, s éppen azért köszönettel vettük ezeket a hasznos irányelveket, amelyeket a jövőben még fokozottabb mértékben fogunk figyelembevenni.

NYERSVASGYÁRTÁSUNK TÁVLATI FEJLESZTÉSE

VISNYOVSKY LÁSZLÓ
a műszaki tudományok kandidátusa

Korunkban az emberi civilizáció, az ipari fejlettség, a vas- és acélfogyasztás mennyiségével is felmérhető és jellemezhető. A föld lakosságából egy emberre jutó acélfogyasztás évenként jelenleg kb. 84 kg, de a fejlett kultúrájú államokban a fogyasztás ennek az átlagnak többszöröse, míg az elmaradott részeken jóformán semmi. Az elmúlt évszázadokban az ipari központok, a vas- és acélgyártó telepek ott keletkeztek és fejlődtek naggyá, ahol erre a nyersanyagok : *vasérc, fa és szén rendelkezésre állt*. A helyi nyersanyag ma is előny, de semmiesetre sem előfeltétele a vasipar kifejlesztésének. Kedvező szállítási lehetőségek, kereskedelmi központosság és főképp minőségi gyártmány, sokszor döntőbb tényezők, mint a nyersanyag helyi előfordulása.

Magyarország kőszén és barnaszén készletei elég bőségesek, vasérc tekintetében azonban már rosszabb a helyzet, de a Duna, mint olcsó víziút lehetővé teszi az érc- és készárú kedvező szállítását. Ilyen körülmények között elég szép jövője lehet a hazai vasipar kifejlesztésének olyan méretekre is, mely a hazai szükségleten felül minőségi árut exportálhat. Barnaszénből vannak nagyobb készleteink, ezért vasiparunkat elsősorban barnaszénre, mint energiabázisra kell kifejleszteni. Ehhez azonban szükséges, hogy a barnaszénhez külön kohósítási eljárásokat találjunk.

A nyersvas és acélgyártás mai eljárásait illetően az a vélemény, hogy egy telepnek évenként legalább egymillió tonna acélt kell termelnie, hogy a gyártás gazdaságos lehessen. Az újonnan létesítendő telepeket azonban máris 2,5 millió tonna évi acél termelésére tervezik. Ilyen telepen, ha a nyersvasbetét az acélgyártásnál 65%, a nyersvaszükséglet gyártására 10 db napi 500 t teljesítményű nagyolvasztót kell üzemben tartani. 1250 tonnás olvasztóból viszont csak 4 db szükséges. A beruházási és üzemi költségekre való tekintettel a *nyersvasgyártás fejlődésének egyik iránya az egyre nagyobb olvasztók építése felé vezet*. A Szovjetunióban terveztek és talán már üzembe is helyeztek napi 2000 tonnás termelésű olvasztókat. Ezeknek medenceátmérője 9 m. Újabban a lotharingiai minett kohósítására 13 m medenceátmérőjű olvasztók építésére gondolnak. Ezeknek az óriásolvasztóknak nemcsak a termelés egységére vonatkoztatott beruházási és gyártási költsége kisebb, hanem ugyanolyan körülmények között, a fajlagos

kokszfelhasználás is kevesebb, mint a kisolvasztóknál. Ennek természetes magyarázata a nagyolvasztók kisebb hővesztésében rejlik. A gazdasági okok mind amellettszólnak, hogy minél nagyobb teljesítményű olvasztókat kell építeni. Az olvasztó méreteinek növelésére azonban befolyással van a nyersanyagoknak, elsősorban a koksznak a minősége. Gyakorlati tapasztalat, hogy a *puha, morzsolékony kokszzsal a nagyolvasztók már kevésbbé egyenletesen járathatók és így a gazdasági tényezőktől függetlenül főképp a koks minősége határozza meg az építhető olvasztó nagyságrendjét.*

Sok helyen a jóminőségű kokszt szolgáltató szén teljesen hiányzik, néhol pedig — különösen a nagy ipartelepek közelében — már fogyóban van, ezért világszerte nagy erőfeszítéseket tesznek, részben a nyersvasgyártás *fajlagos kocszfogyasztásának csökkentésére*, részben pedig arra, hogy a gyártás *a nagyolvasztótól eltérő elveken történhessék.* Ezeknek a kezdeményezéseknek elsősorban az a céljuk, hogy a kohókokszt gyengébb minőségű, kisebb értékű tüzelőanyaggal lehessen helyettesíteni. E célból olyan nyersvasgyártó berendezéseket igyekeznek szerkeszteni, melyeknél a nyersanyagok, elsősorban a koks fizikai tulajdonságainak: darabnagyságnak, szilárdságnak, nincs döntő jelentőségük. Ez az irányzat a kisolvasztók, vagyis az ú. n. alacsonyaknás kohók és a forgócsöves kemencék használatához vezet.

Olyan helyeken, ahol kocszolható szén nincs, de az elektromos energia aránylag olcsó, a nyersvasgyártás kérdését elektromos olvasztóban lehet igen előnyösen megoldani. A legújabb elektromos olvasztók 200 t nyersvasat termelnek naponként. 1 t nyersvasához 2400—2600 kWó áram és kb. 400 kg aprókoks szükséges. Elektródájuk Soederberg-rendszerű. A Szovjetunióban a nagy vízierőtelepek megépítésével *Bargyin* professzor szerint az elektromos nyersvasgyártás egyre nagyobb jelentőséghez fog jutni.

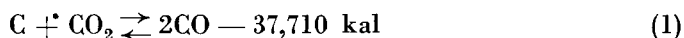
Vannak már üzemileg jól bevált olyan eljárások is, amelyek nem kocszt, hanem CO és H₂-gázt vagy földgázt használnak a vasérc redukálására.

Ezeknél tehát szintén nincs szükség kohókocszra és az energiafogyasztás is kedvező. Nem nyersvasat, hanem ú. n. *vasszivacsot* termelnek, mely elsőrendű nyersanyaga az acélgyártásnak. A vasszivacsgyártó berendezések termelőképessége még elég kicsi, kb. évi 20.000 tonna, terményük a tiszta nyersanyag miatt drágább és így a nyersvasat, azaz a nagyolvasztót egyelőre nem helyettesíthetik és jelenleg csak különleges minőségű acélgyártáshoz használják.

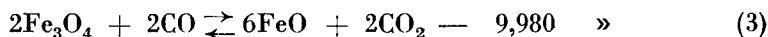
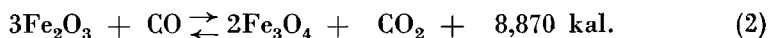
Az új irányokat illetően a vélemények megoszlanak, és sokan úgy vélik, hogy a mai rendszerű nagyolvasztót még hosszú ideig nem lesz lehetséges mással helyettesíteni, elsősorban nagy teljesítménye miatt. Valóban úgy látszik, hogy a következő évtizedekben a nyersvas túlnyomó részét nálunk is nagyolvasztóban kell majd gyártani, szükséges tehát mindazoknak a lehetőségeknek vizsgálata és gondos mérlegelése, amelyek a meglévő nagyolvasztók gazdaságosabb üzeméhez, kisebb kocszfelhasználásához és nagyobb termeléshez vezetnek. Emellett azonban figyelemmel kell kísérni az újabb és most kialakulóban lévő eljárásokat is,

mert ezek olyan megoldásokat keresnek, amelyeknél lehetővé válik a kohó-koksznak más tüzelőanyaggal történő helyettesítése.

A nagyolvasztó folyamatának megjavítási lehetőségét először elméleti alapon vizsgálom. A nagyolvasztó elvileg olyan akna, amelyet érc, mészke és koksz keverékből álló eleggyel megtöltenek. A fenék felett a fúvókákon keresztül meleg levegőt fujtatnak a kokszra, mely a koksz C-tartalmát CO-vá égeti el. A C elégetésekor keletkező hőmérsékleten a salak és a vas megolvad, a CO-gáz pedig az aknán felfelé haladva fémmé redukálja az ércek vasoxid-tartalmát. A koksz elégetése csak a fúvókák előtt következik be, ezért az olvasztóban mindig szilárd széntöbblet van, a gázfázist pedig CO, valamint a redukciónál képződő CO₂ illetve ezek keveréke alkotja. A gázkeverék és a szilárd szén heterogén rendszerének egyensúlyát a nyomás és hőmérséklet határozzák meg, a következő egyenlet szerint :

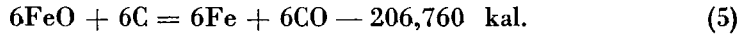


A hőmérséklet csökkenésével, vagy a nyomás növekedésével az egyensúly hőfejlődés közben balfelé tolódik el, vagyis szén válik ki és 400 C°-on elméletileg CO már nem lehet, ami a valóságban azonban csak igen hosszú idő múlva következne be. Növekvő hőmérséklettel C-ből és CO₂-ből CO keletkezik, a folyamat hőt fogyaszt és 1100°-nál megszűnnek a CO₂ létének előfeltételei. A közbenső hőfokokon az egyensúlyi feltételek változását a Boudouard-görbe adja meg. A nagyolvasztóban a redukciós folyamatok sorrendje a következő :



A redukció tehát fokozatosan megy végbe a legmagasabb rendű oxid-fokozattól a fémgig. A (2) folyamat már egészen kis CO koncentrációnál és kis hőfokon is végbemegy, gyakorlatilag irreverzibilis. A (3) folyamat általában 500°-on indul meg és 750°-on befejeződik. Ezekhez a redukciókhoz szükséges gázkeverék összetétele a nagyolvasztóban mindig biztosított, mert a folyamat egyensúlyi helyzeténél fogva a gázban több CO₂ lehet, mint CO. Az ércek vasoxid tartalmának FeO-ig végbemenő redukcióját a nagyolvasztóban tehát figyelmen kívül hagyhatjuk, anélkül, hogy ezzel különösebb hibát követnénk el. Annál is inkább, mert e folyamatok csak kevés hőmennyiséget fogyasztanak vagy termelnek. A FeO további redukciója fémvasig már nehezen teljesíthető feltételekhez kötött. Ez a redukció csak akkor mehet végbe, pl. 750°-on, vagy e felett, ha a gázkeverékben a $\frac{CO_2}{CO}$ arány kisebb, mint 0,61. Ha e viszonyszám

0,61-nél nagyobb, a redukció CO-gázzal nem mehet végbe és egy másik folyamat, a szénrel történő redukció lép előtérbe a



egyenlet szerint. A (4) folyamat az ú. n. indirekt, az (5) a direkt redukció. A két folyamat között igen nagy különbség van, mert míg az indirekt redukció sem szilárd szenet, sem hőmennyiséget nem fogyaszt, a direkt redukció vegyfolyamatához szénre és meglehetősen nagy hőmennyiségre van szükség. Ennek alapján állította fel *Gruner* még a múlt század végén azt az elméletet, hogy az ideális nagyolvasztóban csak indirekt redukciónak szabad végbemennie.

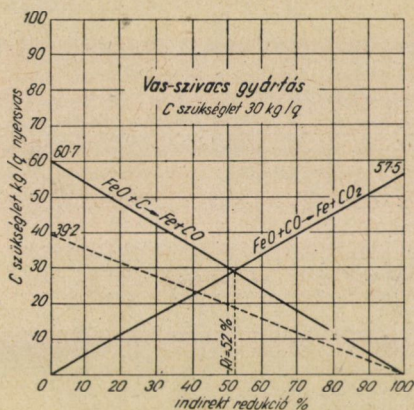
Az előzőkből adódik a nagyolvasztó folyamatának az az elve, hogy a medencében minimálisan annyi szenet kell elégetni, hogy a FeO indirekt úton végbemenő redukciója után 750°-nál a gázkeverék összetétele megfeleljen a $\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}} = 0,61$ aránynak. Ez elméleti érték, *Wiberg* szerint gyakorlatilag legfeljebb csak 0,49 viszonyszám érhető el.

Az elméleti értékkel számolva olyan x mennyiségű CO-többletet kell a (4) folyamatnál biztosítani, hogy a $6/x$ érték 0,61 legyen. Ebből $x = 9,83$ mol CO és a redukáló feltételek megteremtéséhez összesen $9,83 + 6 = 15,83$ mol CO-ra van szükség. 100 kg vasra vonatkoztatva tehát a redukáló atmoszféra elérésére a fúvósíkban 107,1 m³ CO-gázt kell fejleszteni, ami 57,5 kg C elégetésével teljesíthető. 57,5 kg szén megfelel 70 kg 80% C-tartalmú koksznak, vagyis tisztán indirekt redukcióval történő kohósítás kokszszükséglete 70 kg/q lenne. Ennél kevesebb koksszal is termeltek már nagyolvasztóban nyersvasat, kétségtelen tehát, hogy a tiszta indirekt redukció nem adja a legkisebb kokszfogyasztást, vagyis *Gruner* elve nem az ideális nagyolvasztót teremti meg.

Ha a másik végletet, a tiszta direkt redukciót vesszük figyelembe, a szén-szükséglet a következő: 100 kg Fe redukciójának az (5) egyenlet szerinti vegyfolyamatához 21,5 kg szén és 64.500 kal. hőmennyiség szükséges. Ezt a hőmennyiséget 1100°-on kell közölni, mert fel kell tételni, hogy a direkt redukció szükség-szerűen itt megy végbe. Egy kg szénnek 600 C° hőfokú levegővel nagyolvasztóban történő elégetésekor 1100°-on mindössze 1650 kal. hasznosítható és így a direkt redukció hőszükségletének fedezésére 39,2 kg szenet kell elégetni. Az összes szénszükséglet pedig $39,2 + 21,5 = 60,7$ kg.

A kétféle, direkt és indirekt redukció szénszükséglete között tehát lényeges különbség nincs akkor, ha a folyamatot maximálisan 1100°-on végezzük, vagyis, ha a termékeket nem olvasztjuk meg. Ez történik a vasszivacsgyártáskor. A gyakorlati megoldásoknál a tiszta indirekt redukciót a *Wiberg*-eljárás, a direkt redukciót pedig a *Hoegenas*-eljárás valósítja meg. Mindkét eljárással kedvező eredményeket értek el, és nagyüzemszerűen termelnek vasszivacsot Svédországban és Norvégiában.

A direkt redukciónál CO gáz képződik a reakció termékeként és ez a továbbiakban indirekt redukciót végez mindaddig, míg a gáz összetétele az előzőkben megadott arányoknak megfelel. *Direkt redukció önmagában tehát gyakorlatilag nem lehetséges.* Szén jelenlétében, vagyis a nagyolvasztóban mindig kombinált redukcióval van dolgunk. A legkisebb szénfogyasztás nem tisztán indirekt, hanem kombinált redukcióval érhető el. Ha a termékeket nem olvasztjuk meg, mint a vasszivacsgyártásnál, az elméletileg elérhető legkisebb szénszükséglet az 1. ábra szerint 52% indirekt és 48% direkt redukciónál van és 30 kg szén 100 kg vasszivacsra.



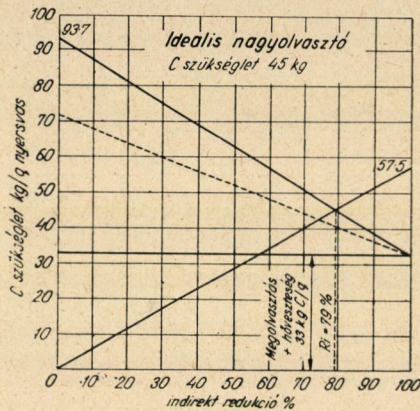
1. ábra

Más a helyzet, ha a folyamatot a nagyolvasztó munkamenetének megfelelően továbbvisszük az olvadási és 1500°-ra történő túlhevítésig. *Indirekt redukciókor a szén elégeséből származó összes hőmennyiség rendelkezésre áll az olvasztáshoz,* mert maga a redukció hőt nem fogyaszt. A direkt redukciónál viszont a szén elégeséből fejlődő hőt a redukció vegyfolyamata felemészti és az olvasztáshoz újabb szenet kell elégetni. Az olvasztás hőszükséglete, ha 100 kg nyersvas mellett 50 kg salak képződik és a hővesztés 45 000 kal/100 kg nyersvas, 96 200 kal. Minthogy a nagyolvasztóban történő kohósításkor 600 C° hőfokú levegőt és 200 C° torokhőmérsékletet számolva 1 kg szén után 2919 kal. hasznosítható, az olvasztás szénszükséglete $96\,200/2919 = 33$ kg szén. Ezt a szénmennyiséget a redukciós folyamatoktól függetlenül mindenképpen el kell égetni a megolvasztás biztosítására. Ebből a 33 kg szénből 61,5 m³ CO képződik, ami a FeO-nak 58%-át redukálhatja fémig. A további redukció most már direkt és indirekt úton lefolyhat és ennek legkedvezőbb esetét véve figyelembe, a kohósítás legkisebb szénszükséglete a 2. ábra szerint a FeO-ra vonatkoztatott 79% indirekt redukció mellett van és 45 kg szénre rúg. *100 kg vas nagyolvasztóban történő kohósításának szénszükséglete tehát 45 kg,* amihez, ha még figyelembe vesszük a Si és Mn redukciót, az ideális nagyolvasztó szénszükséglete 47–48 kg, ami megfelel 58–60 kg koksznak.

Ez az elméleti, illetve eszményi érték a valóságban csak bizonyos előfeltételek, jóminőségű koksz, vasban dús, pormentes ércelegy stb. mellett érhető el vagy közelíthető meg. A Szovjetunió és Svédország egyes kohóiban évi átlagban 65 kg koksszal gyártják a nyersvasat, ami már erősen megközelíti a fenti eszményi értéket.

Vizsgáljuk meg, milyen lehetőségek képzelhetők el hasonló eredmények elérésére hazai viszonyainknál.

Az acélnyersvas legnagyobb részét normális nagyolvasztókban kell gyártanunk és minthogy új olvasztók építése válik szükségessé, lehetőleg nagy egységeket kell választani, mert ezekben a koksz felhasználása már eleve kisebb. Véleményem szerint esetünkben a kohó nagyságát a koksz minősége szabja meg.



2. ábra

A komlói szénből gyártható kokszot még nem ismerjük eléggé, mert eddig csak kísérleti kezdeményezések voltak. Ezekből az látszik, hogy szilárdágilag olyan minőségű lesz, mint a jelenleg használt sziléziai és szovjet kokszok. A diósgyőri 700 m³-es olvasztó üzeménél még kevés tapasztalatot szereztek arra, hogy véleményt lehessen mondani ezeknek a kokszoknak ilyen nagy olvasztóban való viselkedéséről, de a jelek szerint a 700 m³-es kohó kb. a felső határ, amit még ezeknek a kokszoknak a minősége megenged. Ilyen nagy olvasztóknál szó sem lehet arról, hogy brikettkokszot, vagy más gyengeminőségű kokszot adagoljunk. *A legkisebb kokszfelhasználás és a legnagyobb termelés elérésének első feltétele* normális nagyolvasztóban a jóminőségű darabos koksz, és a nem túl gyors járat. Érc-elegyünkéből a nyersvaskihozatal jelenleg kb. 39%. A kokszfelhasználás pedig ennek megfelelően 100—110 kg/q nyersvas. Ha vasban dúsabb ércek kohósításával, helyesebben kohósítására kerülő ércek előzetes dúsításával az elegykihozatalt 50%-ra lehet fokozni, illetve a salak mennyiségét 50 kg-ra csökkenteni, a kokszfelhasználás kb. 70 kg-ra csökkenne, és a termelés vagyis az olvasztó teljesítménye a jelenlegihez képest 30%-kal növekednék. *A második előfeltétel* ezek

szerint vasban dúsabb ércek kohósítása, illetve az *ércek dúsításának megoldása*. A *harmadik előfeltételről, az ércek fizikai előkészítéséről* — zúzás, osztályozás, keverés, darabosítás — nem kívánok részletesen szólni, mert ez ma már magától értődő követelmény. Itt csupán megemlítem, hogy finom ércpornak darabosítására újabban a pelletizálást használják sikerrel. Ennek terménye, mind darabnagyság, mind redukálhatóság szempontjából jobbnak bizonyult, mint bármely más eljárásé.

Nyersvasgyártásunk alapérce a *krivojrogi érc*. Ez könnyen, egyszerű berendezéssel két részre osztható. Fajsúly szerint ülepítve, vasban dús és kovasavban szegény, továbbá kovasavban dús és kb. 45% Fe-tartalmú érc kapható belőle. A vasban dús érc megfelelő darabosítás után minden további nélkül adagolható a nagyolvasztóban, a kovasavban dús részt azonban célszerű megfelelő eljárással dúsítani, illetve kovasav tartalmától megszabadítani. Erre a célra legalkalmasabbnak látszik a *Krupp-féle eljárás*.* Ennél az érc meddő tartalmát teljesen eltávolítjuk és az ércet egészen fémesvasig készítjük elő, ami lényegesen megkönnyíti az olvasztó munkáját is. Az eljáráshoz nem kell az ércet előzetesen darabosítani, tehát a nagyrészt poralakú krivojrogi érc darabosításához egyébként szükséges ércdarabosító berendezések nagyrésze nem kell. Az eljárás tüzelő és redukáló anyagául, elvégzett kísérletek szerint, *megfelel a barnaszénkokszpor*.

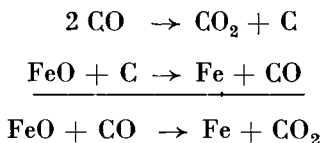
A barnaszénkoksszal termelhető vas kéntartalma azonban 1% körül lesz és így kéntelenítés, illetve teljes értékű nyersvassá történő átolvasztás végett azt nagyolvasztóba célszerű visszaadagolni. *Ezzel válik lehetségessé az ércelegynek 50% Fe-re való dúsítása*, amivel az említett 30%-os kokszmegtakarítás és a termelés növelése biztosítható. Itt tehát végeredményben a kohókokszot barnaszénkoksszal helyettesítettük a nyersvasgyártásnál és minthogy a termelt vasnak nagyolvasztóban történő átolvasztásához 15—25% koksz elegendő, az eljárás esetünkben gazdaságosnak látszik.

A nagyolvasztó termelésének fokozására az utóbbi években eredményes kísérleteket végeztek *nagy toroknyomás*, illetve 1—1,5 atm. *túlnyomású kohósítás és oxigéndúsítás alkalmazásával*.

A nagy toroknyomást már *H. Bessemer* javasolta 1871-ben, de akkor kivitelezési nehézségek miatt nem kerülhetett kipróbálásra. 1915-ben *Nyepszpenzkij* orosz mérnök vetette fel ismét a gondolatot, de a szakkörökben nagy ellenállásba ütközött, főképpen azért, mert az üzemek féltek olvasztóikat nagy túlnyomásnak kitenni. A nagy nyomás előnyeit elméletileg nehéz megmagya-

* A Krupp—Johannsen-féle eljárásról van itt szó, amelyet »Rennverfahren«-nek neveznek. Régi törekvése a magyar kohászoknak, hogy ennek jó magyar nevet adjanak, de ez eddig sehogyan sem sikerült. Újabban rögösítő-eljárásnak próbálták nevezni, de — véleményünk szerint — ez sem kifejező. Ez az elnevezés u. i. az ércnek az eljárás segítségével való rögösítésére céloz, amit nem lehet kifogásolni, de egyúttal a termelt vas rögösítését is gondolja, ami semmiképpen sem találó. A fenti szövegben is szó volt vasrögőről, amit mellőztünk, mert ércet vagy egyéb földes természetű anyagot lehet rögösíteni, de vasat nem. (*Szerk.*)

rázni, ugyanis az indirekt redukció független a nyomástól, a direkt redukciót pedig egyenesen hátráltatja. Elősegíti viszont a CO bomlását a $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{C}$ folyamat szerint, amikor is hőfejlődés közben C válik ki. A C-kiválás és direkt redukció egyenértékű az indirekt redukcióval:



és így a redukció fokát növelni lehet tényleges szén- és kalória fogyasztás nélkül.

A Szovjetunióban 1938 óta végeztek kísérleteket és folyamatos gyártást nagynyomású olvasztókkal. Az eljárás egyre jobban terjed, mert az eredmények igazolták a feltevéseket. Amerikában a háború alatt szintén számos kísérleti gyártást végeztek nagy nyomás alkalmazására.

Az eredmények megítélésénél a vélemények még meglehetősen eltérők és úgy látszik, hogy a nagynyomású kohósításnál a kokszfelhasználás nem csökken, ha a termelést fokozzuk; ha viszont a kokszfelhasználást csökkentjük, a termelés nem növelhető számottevő mértékben. *A nagy nyomás előnyeinek kihasználására* valószínűleg a jelenlegi nagyolvasztó szerkezetét és méreteit kell majd megváltoztatni, a szakértők úgy vélik, hogy a jövő nagynyomású nagyolvasztójának medenceátmérője nem lesz több 3,5 m-nél, magassága pedig 15 m-nél. A nagynyomású eljárás *üzemköltsége kétségtelenül nagyobb*, mint a normális olvasztóé, a berendezés karbantartása is költségesebb. *Előnye azonban* a nagynyomású olvasztónak, hogy bizonyos mennyiségű porérc is adagolható, minek folytán feleslegessé válik az ércek zsugorítása. Meglevő kohóinknál nagy nyomás csak lényeges szerkezeti átalakításokkal lenne bevezethető. Az átalakításnak nemcsak a kohók adagoló berendezésére, hanem a léghevítőkre és gáztisztítókra is ki kell terjednie, nem beszélve a nagyobb teljesítményű fűvógépekről. Véleményem szerint ugyanazokat a termelési eredményeket biztosabban érhetjük el az ércek dúsításával, mint nagynyomású eljárással. Mindenesetre szükségesnek látszik a kérdés beható tanulmányozása, amit elsősorban a Szovjetunióban végezhetnénk el.

Az oxigéndúsítás növeli a koksz égéshőmérsékletét, minek folytán nagyobb hőfokon több hőmennyiség válik a nagyolvasztóban hasznosíthatóvá. A hőtöbblet kiegyenlíthető: 1. a kohósítás menetének *meggyorsításával*, ez a termelés növekedését eredményezi; 2. a kokszhoz beadagolt *érc súlyának* növelésével, ami kokszmegtakarítást jelent, és végül 3. a *Si és Mn* redukciójának fokozásával.

A nagyolvasztó nyugaszában és aknájában lejátszódó folyamatok hőszükségletét a koksz elégéséből származó és felfelé haladó gázelegy melegtartalma fedezi. Oxigéndúsítás esetén a szénre vonatkoztatott gázmennyiség a kevesebb

nitrogén folytán csökken és így az oxigéndúsítás csak addig a határig járhat kokszmegtakarítással, *míg a gázok melegtartalma az akna hőszükségletét fedezni tudja*. Ha az aknában hőhiány mutatkozik, ezt további koksz elégetésével kellene pótolni. Fentiekből következik, hogy azonos minőségű nyersvas gyártásakor oxigéndúsításnál a kokszra adagolt ércsúlyt csak addig növelhetjük, illetve a *kokszszükségletet csak addig csökkenthetjük*, amíg az aknában hőhiány nem mutatkozik. Minthogy az aknában lejátszódó folyamatok (karbonátok, hidrátvíz, kiűzés) hőszükséglete mindenkor az ércek fizikai tulajdonságától és kémiai összetételétől függ, az oxigéndúsítás előnye, azonos minőségű nyersvas gyártása esetén is, *minden ércnél más és más értékű kokszmegtakarításban* jelentkezik. A legnagyobb kokszmegtakarítás olyan ércelegy kohósításakor érhető el, melynél az akna hőszükséglete *előkészítéssel, pl. pörkölés, égetettmész adagolás, a minimumra* csökkent.

Az oxigéndúsítás révén elérhető kokszmegtakarítás nagymértékben függ a gyártandó *nyersvas minőségétől is*. Legnagyobb kokszmegtakarítás olyan minőségű nyersvasnál érhető el, melynél a medencében, vagyis nagy hőfokon nagy hőmennyiségre van szükség. Ilyenek a nagy Si-tartalmú öntészeti nyersvas és pl. a ferromangán. Kis Si-tartalmú acélnyersvas gyártásánál az oxigéndúsítás előnye nem annyira a kokszmegtakarításban, mint inkább a gyorsabb járattal bekövetkező termelésnövekedésben jelentkezik.

További lehetőség a kokszfogyasztás csökkentésére és a nyersvastermelés növelésére a *savanyú salakkal történő kohósítás*. Ennél az eljárásnál csak annyi meszet adagolunk az elegyhez, hogy a salak viszkozitás szempontjából megfeleljen a nagyolvasztó követelményeinek.

Ilyenkor a mészköszükséglet több, mint felével csökkenthető, amivel csökken a salakmennyiség is és nő az elegykihozatal. *A metallurgiai folyamat azonban nem tökéletes*, a Mn nem redukálódik, a S viszont nagyrészt a nyersvasba jut. Ezzel az eljárással tehát *csak Mn-szegény és S-dús*, esetleg 1% kén-tartalmú nyersvas termelhető. Amennyiben a kéntelenítés a lecsapolt folyékony vason eredményesen elvégezhető, ilyen módon 10—15% koksz lenne jelenlegi ércelegyeinknél megtakarítható. A Mn-szegény nyersvas használatánál mindenestre az acélgyártáshoz több tükrös nyersvasra lenne szükség, a nagyolvasztó Mn-érc szükséglete viszont lényegesen csökkenne.

A kéntelenítés megoldása ugrásszerűen javítaná a nagyolvasztó üzemeredményeit, ez tehát olyan kérdés, amit a jövőben nagyon behatóan kell megvizsgálni és nem szabad sem időt, sem költséget kímélni a megoldás érdekében. A folyékony nyersvas kéntelenítésére több eljárás ismeretes. A legrégebbi és többfelé rendszeresen használt eljárás a *szódával történő kéntelenítés*. 0,2%-nál nagyobb kéntartalomnál azonban a szódázást már több szakaszban kell végezni, sok a szódafogyasztás és a kéntelenítés mégsem kielégítő. Hatásos kéntelenítő szerek még a *mész, a kalciumkarbid, bárium és a mangán is*. Utóbbi időben a fémmagnézium erős kéntelenítő hatása keltett érdeklődést a nyersvas kéntelení-

tésével kapcsolatban. Az említett anyagok közül a mész összehasonlíthatatlanul a legolcsóbb, éppen ezért mindinkább ezzel igyekeznek a kérdést megoldani. A Kalling-féle eljárás szerint a nyersvasat forgatható dobkemencébe csapolják és 2% mészpor hozzáadagolásával félórán keresztül forgatják. A kén-tartalom 0,3%-ról 0,005%-ra csökken. 14 t nyersvas kén-telenítésére alkalmas kemence átmérője 3,3 m, hossza 4 m, fordulatszáma 34 ford/perc. A kén-telenítés alatt a szilícium kiégése minimális, a mangán változatlan marad. Nincs tudomásom róla, hogy nagy, pl. 1^o/_o kén-tartalmú nyersvasat is kén-telenítettek volna így, de valószínű, hogy ez is minden további nélkül keresztülvihető, mert a folyamat során folyékony salak nem képződik, tehát szilárd fázis és folyékony fürdő közötti reakcióról van szó, amelynél a szilárd mézsmennyiség, valamint a forgatási idő szabadon választható. Más kérdés, hogy miképpen illeszthető ilyen berendezés a nagyolvasztó és az acélmű közé, anélkül, hogy a folyékony vas nagyon lehülne. Az említett 14 t-s üstben a kén-telenítés félórás ideje alatt a nyersvas 150°-kal lehült. Ez elég sok és még további hűlés következik be a kén-telenítő dobtól való lecsapoláskor, valamint a keverőbe, vagy a Martin-kemencébe történő öntéskor. A kén-telenítés kérdése tehát ezzel az eljárással sem tekinthető még megoldottnak, bár járható útnak látszik.

A kén-telenítéssel többé-kevésbé kapcsolatos a nyersvas kondicionálása. Ezen olyan előfrissítő műveletet kell érteni, amelynél a nyersvas Si-, Mn- és esetleg C-tartalma is csökkenthető olyan mértékre, hogy az a Martin-kemencében végzendő acélgyártást megkönnyítse. Erre különösen akkor van szükség, ha az acélgyártásnál nagy a nyersvasbetét. Itt két megoldás jöhet számításba: levegővel, vagy oxigénnel történő frissítés és ércfrissítés. Elvileg az ércfrissítés a helyesebb, mert itt a nyersvas Si- és C-tartalmát érc-redukálásra, vagyis a nyersvasgyártásra hasznosítjuk, amivel számottevő mennyiségű nyersvasnak a nagyolvasztóban történő gyártását megtakaríthatjuk. Ha a frissítő ércet FeO-ig előredukáljuk, 1 kg Si-mal 4 kg Fe, 1 kg C-nal 4,7 kg Fe és 1 kg Mn-nal 1 kg Fe redukálható az ércekből. Pl. 1 t 3,2% C, 1% Mn és 3,85% Si-tartalmú nyersvasnak ércel 0,4% C-ig végzett frissítésénél 300 kg vas redukálható az ércekből, vagyis ilyenkor ércfrissítéssel a nyersvaszükséglet közel egyharmaddal csökkenne. Gyakorlatilag előfrissítés útján ez az érték nem lenne elérhető, de még 10—15%-os nyersvasmegtakarításnak is igen nagy jelentősége lenne. Nem akarom a kérdést tovább részletezni, csupán a figyelmet kívántam felhívni az ércfrissítés előnyére és gazdasági jelentőségére. Szükséges, hogy ezzel a kérdéssel a jövőben részletesen foglalkozzunk, mert az ércfrissítés tulajdonképpen vasgyártásnak is felfogható, melyhez sem nagyolvasztó, sem koks nem szükséges. Kellően nagy Si-tartalmú nyersvassal a frissítési folyamat erősen hőtermelő, úgy, hogy ezalatt a nyersvas hőmérséklete nem csökken, hanem növekszik. Ez pedig a kondicionálás, illetve előfrissítési eljárás kiválasztásánál igen lényeges kérdés.

A levegővel, vagy oxigénnel végezhető előfrissítés gyakorlati megoldása valószínűleg könnyebb, mint az ércfrissítés, viszont nem jár azzal az előnnyel,

hogy egyszersmind ércet is redukáljunk. Ilyenirányú kísérletek most vannak folyamatban Ózdon. Az eredmények biztatók.

A nyersvasgyártás fejlődésének újabb iránya az *ú. n. alacsonyaknás kohó*, amit legszívesebben *törpekohónak* neveznek,* szemben a nagyolvasztóval és az óriás kohókkal (Grosshochofen). Mindjárt kezdetben hangsúlyozni kívánom, hogy a törpekohónak csak *oxigéndús levegővel kapcsolatban van értelme*. Megvalósítható ugyan az eljárás normális levegővel is, de ez csak annyi, mintha a nagyolvasztónak elhagynánk az aknáját. Nyilvánvaló, hogy ez semmiféle előnyt nem hozhat, csakis hátrányt, mert *elmarad az indirekt redukció*, a gázok forrón, kihasználatlanul távoznak a kohóból. *A kokszeifelhasználás tehát feltétlenül növekedik*. Oxigéndúsításnál a gázok mennyisége kevés, az aknát tehát csak olyanra kell méretezni, hogy ennek a kis gázmennyiségnek a melege kihasználható legyen. Az indirekt redukció a kis aknában minimális és *az érc gyakorlatilag 100%-ig direkt úton redukálódik*, ami itt is kb. 40%-kal növeli a szénfelhasználást a normális nagyolvasztóhoz képest. Csakhogy itt a gázok fűtőértéke nem 1000 kal., mint a normális levegővel történő fűjtatásnál, hanem ha *pl. 40%-os oxigénnel fűjtatunk*, 2000 kal/m³, tehát jóminőségű kén- és hidrogénmentes gáz, ami a generátorgázt az acélggyártásnál tökéletesen helyettesíti. Ezek szerint *a törpekohó elvileg gázfejlesztő*, melyben a gázfejlődés képződési hőjét nem vízgőzbontásra, hanem nyersvasgyártásra hasznosítjuk, mint az a normális generátorban történik. A nyersvasgyártást tehát csak az a szénmennyiség terheli, ami a nyersvasban oldódik, továbbá a vízgőz befűvés elmaradásával a hidrogén helyett belépő szénmonoxid karbonja, végül az oxigénfejlesztés energiaszükséglete. Mindezeket egybevéve, *egy t nyersvas összes szénszükséglete kb. 200 kg és ezenfelül 420 kWó áram*, amely az oxigén előállításához szükséges. Természetesen ez csak akkor számítható így, ha a 2000 kal-s gázt értékesíteni is tudjuk, ami azonban kombinált vasműben semmi nehézséget sem okozhat, mert *a törpekohó helyettesíti a gázgenerátorokat*. Az oxigénes törpekohó nyersvasra vonatkoztatott szén- és energiafogyasztása tehát csak kb. egyharmada a nagyolvasztóé, vagy az elektromos olvasztóé.

Ez olyan kedvező lehetőséget kínál a hazai nyersvasgyártásra, hogy semmi esetre sem szabad figyelmen kívül hagyni, *sőt minden eszközzel elő kell segíteni kifejlődését*. Véleményem szerint *ez a nyersvasgyártás eszményi megoldását fogja eredményezni*. További jelentős előnye a törpekohóknak, hogy a nyersanyagokkal, *főképpen a koksszal szemben nem támasztanak olyan igényeket*, mint a nagyolvasztó, bár ez a kérdés még vitatható és itt döntő jelentősége lesz a törpekohó profiljának kialakítása. Ugyanis a *fűvőkák előtti égőtér fizikai viszonyai* a jelenlegi törpekohóknál közel azonosak a normális nagyolvasztóéhoz és így a koksztot itt is erős morzsolódás éri. Barnaszeneink koksza, vagy az ebből készíthető

* *Cotel Ernő* ugyanezen folyóirat IX. kötetében megjelent tanulmányában a kisolvasztó elnevezést ajánlja. A nagyolvasztóval szemben ez teljesen ésszerű, sőt mondhatnók, hogy ebben az összehasonlításban az egyedül értelmes. (*Szerk.*)

kokszbrikett *kisteljesítményű* egységnél mindenestre megfelel az eljáráshoz. Az alacsonyaknás kohósítás még a fejlődés kezdetén van. Külföldön több helyen létesítettek már kísérleti telepet, sőt nemzetközi bizottság is alakult a legjobb megoldásnak kísérleti úton való megkeresésére.

Jelenleg még nem lehet véleményt mondani arról, hogy milyen *gyártási területen* lesz a törpekohó leggazdaságosabban alkalmazható. Ügylátszik azonban, hogy elsősorban az öntészeti nyersvasgyártásnál, valamint *ferroötvözetek*, pl. *ferromangánygyártásnál* fog leghamarabb döntő jelentőséghez jutni. Tekintve, hogy öntészeti nyersvaszükségletünk is tekintélyesre fog növekedni, nagy segítség lenne, ha ezt, vagy ennek egyik részét barnaszénkoksszal törpekohóban gyárthatnánk.

A barnaszénkoksz nagy *kéntartalma* miatt a *kéntelenítés minálunk* gondot fog okozni, de van lehetőségünk olyan salak képzésére is, mely a kéntelenítést a lehető legtökéletesebben elvégzi, ilyen salak a kalciumaluminátsalak. *Itt lép előtérbe* kovasavdús *bauxitjaink kohósítása*, mert ilyen salakképzésre, már elvégzett kísérletek szerint, ezek a bauxitok alkalmasak. A bauxit kismértékben vasércet is pótol, a salak maga szintén értékes melléktermék, akár mint cement, akár mint timföldgyártási alapanyag. A nyersvas pedig Ti- és V-tartalmánál fogva a faszenes öntészeti nyersvasval egyenértékű.

Az oxigénes törpekohó tehát *elvéileg lehetővé teszi a hazai barnaszénkoksszal végezhető öntészeti nyersvasgyártást azzal az előnnyel, hogy bizonyos mennyiségű bauxit mint vashozag szintén belekerül a nyersvasgyártásba*. Nem szabad azonban azt gondolnunk, hogy ilyen megoldással az öntészeti nyersvasat tisztán bauxitból gyárthatnánk, a bauxit itt csak salakképző a kovasavszegény ércek mellett. Ilyen érc lehet a piritpörk, a bulgár magnetitérc, a dúsított krivojrogi érc, vagy pedig a rögzítő eljárásból kikerülő kénben dús vas. Esetleg szóba jöhet a vörös iszap dúsításából képződő termék is. Az is elképzelhető, hogy a vörös iszapból 20—25%-os FeSi és Ca-Al salak gyártható.

A törpekohókkal természetesen seholsem fogják a magyar barnaszénket és magyar bauxitokat vizsgálni. Ezzel a kérdéssel tehát nekünk magunknak kell foglalkoznunk. A diósgyőri kísérleti kohót már két éve lebontották, de újr felállítására intézkedés nem történt, pedig már oxigén is van. A következő 5 éves terv kidolgozása érdekében semmi sem lehet sürgősebb, mint a kísérleti oxigénes törpekohó felállítása. A nagyolvasztóban gyártható *ferroötvözetek*, elsősorban *ferromangán* és *ferrokróm* gyártása is szóba jöhet az oxigénes törpekohóban, de ilyen célra kedvező megoldás *az elektromos olvasztóban* történő gyártás is. Ferromangánhoz megfelelő mangánércünk van. A gyártást jelenleg nagyolvasztóban végzik. Elég gyenge minőségű, nagy P és kis Mn-tartalmú ferromangánt gyártanak 2300 kg/t kohókoksz felhasználással. Elektromos olvasztóban a ferromangánygyártás energiaszükséglete kb. 4000 kWó. A kohókoksz külföldi eredetű, az áram viszont a legsilányabb barnaszénből is fejleszthető és ha 2000 kg koksz, valamint 4000 kWó áram költségét azonosnak

vesszük, 400 Ft/t koksár mellett az áram 20 fillérbe kerülhet kWó-ként ahhoz, hogy az elektromos kohósítás ne legyen drágább. Kétségtelen, hogy ennél olcsóbban termeljük az áramot. Az elektromos ferromangányártás tehát előnyösebb, mint a nagyolvasztóban történő, nem beszélve arról, hogy a mangánkihozatal az elektromos olvasztóban a kisebb salakmennyiség miatt jobb, és a ferromangán is jobb minőségű, mert kevesebb foszfort tartalmaz. *Ferromangányártáshoz mindenképpen új olvasztót kell építeni.* Az elektromos olvasztó beruházási költsége lényegesen kisebb, mint a nagyolvasztóé, 24 000 t évi ferromangánszükséglet gyártható lenne 1 db 12 000 kVA-es elektromosolvasztóval. Az olvasztót célszerűen a mangánércbánya közelébe, pl. Ajkára lehetne telepíteni, ahol a kohó gázait más üzem is hasznosíthatja. A Villamos Kutatási Bizottság már foglalkozik is az energiaviszonyok tanulmányozásával. Szükséges, hogy mielőbb megvizsgálják a kérdést. Az elektromos kohó gázainak összetétele: $\text{CO}_2 = 10\text{--}12\%$, $\text{CO} = 70\text{--}85\%$, $\text{H}_2 = 5\text{--}12\%$, $\text{CH}_4 = 1\%$, $\text{N}_2 = 1\text{--}2\%$. Ezeket a gázokat benzinszintézisre is fel szokták használni, de vasérc redukálására is kedvező összetételű és pl. *vasszivacsgyártásra* is hasznosítható lenne.

A jövőben nem hagyhatjuk teljesen figyelmen kívül a *vasszivacsgyártást* sem. A krivojrogói érc rendkívül tiszta, káros szennyezőket mint pl. Cu, Ni, P, S-t, nem tartalmaz. Különleges minőségű acél gyártásához ebből az ércből, természetesen előzetes dústítás után, szilárd állapotbani redukcióval igen jó minőségű, megbízhatóan szennyeződésmentes tiszta vasszivacs készíthető. Nem részletezem a szóbjöhethető vasszivacsgyártási eljárásokat, csak arra akarok rámutatni, hogy nálunk a *földgáz is számításba jöhetne*, mint redukáló anyag. Bizonyos mennyiségű kohókoks és nagyolvasztókapacitás ezen az úton is megtakarítható.

Összefoglalva az eddigieket, nyersvasgyártásunk továbbfejlesztésénél az alábbi irányelveket kell szem előtt tartani.

Az acélnyersvasgyártást, tekintve a nagy tömeget, továbbra is normális nagyolvasztóban kell végezni. Új olvasztók építésekor a nagy egységek részesítendőek előnyben. Jó üzemeredmények biztosításának első előfeltétele a jó minőségű kocsz. E téren megalkuvásnak helye nincs.

A fajlagos kohókocszfogyasztás csökkentésére viszont minden kínálkozó lehetőséget ki kell használni. Ilyen lehetőség az ércek előkészítése, darabosítása és főképpen dústítása. Alapércünk a krivojrogói érc, ennél a dústítás vízben történő ülepitéssel olcsón megoldható, a kovasavdús rész a Krupp-féle rögsítő eljárással szabadítható meg meddő tartalmától. A barnaszénkocsz itt kerülhet felhasználásra.

Szükséges lenne kutatásokat végezni a barnaszénkocsz kéntelenítésére is, mert ebben az esetben a Krupp-eljárás termékét nem kell a nagyolvasztóba visszaadagolni, hanem ócskavas helyett acélgyártáshoz közvetlenül felhasználhatjuk.

Savanyú salakkal végezhető kohósításnál szintén lényeges koksztakarítás érhető el. Ez a megoldás azonban csak akkor jöhet számításba, ha a nyersvas kéntelenítését sikerül nagyüzemileg megvalósítani. A kéntelenítés terén kívánatos lenne külföldi kutatókkal szorosán együttműködni.

A nyersvas kondicionálását, előkészítését lehetőleg ércfrissítéssel kell megvalósítani, mert ez várhatólag kb. 10—15%-os nyersvasmegtakarításra vezethet.

Egyelőre az öntészeti nyersvasgyártáshoz oxigénes törpekohókat kell kialakítani. A barnaszénkokszt darabos vagy darabosított, brikettált része itt teljes értékű kokszként felhasználható lenne. Termelőképes kohó létesítése több évet vehet igénybe, ezért szükséges kísérleti berendezésnek mielőbbi felállítása.

Ferromangánygyártás gazdaságosabbnak látszik nagyolvasztó helyett elektromos olvasztóban. A kérdés végleges eldöntésére reális kalkulációkat kell végezni.

Vasszivacsgyártáshoz megfelelően tiszta alapanyaggal rendelkezünk a krivojzrogi ércben. A gyártás földgáz és az elektromos ferromangán kohó gázainak segítségével gazdaságos lehet. Évi kb. 20.000 t vasszivacs, mint a különleges acélminőségek nyersanyaga, számottevő segítsége lehet a minőségi acélgyártásnak. A kérdést első szakaszban külföldön lehetne tanulmányozni, majd azt követően itthon kísérleti telepet létesíteni, a földgáz használatával.

HOZZÁSZÓLÁSOK

COTEL ERNŐ

Visnyovszky kartársunk az elhangzott előadás tárgykörének egyik legjobb ismerője. Ugyanebből a tárgykörből a múlt évben és ezidén is, legutóbb január 29-én, hallottunk tőle hasonló fejtegetéseket a vaskohászati bizottság ülésén.

Az előadás néhány részletére vonatkozó véleményemet a következőkben foglalom össze: Visnyovszky szerint *»vasiparunkat elsősorban barnaszénre, mint energiatárra kell kifejleszteni«*, minthogy barnaszene az országnak bőven van. Ezzel viszont ellentétben van az előadás összefoglalását képező *»Javaslat«* első része, amelyben az előadó olyan nagy új kohóegységeket kíván létesíteni, amelyeknek *»előfeltétele a jóminőségű koksza«*, amihez még hozzáteszi, hogy *»ezen a téren megalkuvásnak helye nincs«*.

Ellentét mutatkozik az előadásnak két olyan megállapításában is, amelyek ugyanarra az egy gondolatra vonatkoznak. Az egyik szerint *»a nagyolvasztó elvileg egy akna, amelyet érc, mészkő és koksza elegyével töltenek meg«*. A másik szerint *»ha a kiskohó normál levegővel jár, az csak annyi, mintha egy nagyolvasztónak elhagynák az aknáját«*. Az első megállapítással egyetérthetnek, de a második nincs összhangban az elsővel, mert ha az aknából elhagyunk egy részt, akkor is csak aknajellegű marad az olvasztónk. Nyilvánvaló, hogy minden olvasztónak — akár kicsi az, akár nagy — az a része az akna, ami a fuvósík fölött foglal helyet. Ebben az értelmezésben *a legkisebb kiskohónak is megvan a maga rendes, a saját medencemélységével arányos aknája*. Ha megfigyeljük a kiskohók eddig nyilvánosságra került méretviszonyait, láthatjuk, hogy azok medencemagassága és aknamagassága között ugyanolyan arány van, mint akármelyik diósgyőri vagy ózdi olvasztó ugyanezen méretei között.

Az ércelőkészítés fontosságának megítélésében Visnyovszky kartársnak teljesen igaza van. A svédországi kohóknak évek óta rendszeres 65—68%-os kokszaelfogyasztása ennek kétséghelyenhatatlan bizonyítéka. A svéd nagyolvasztók 3—4 év óta messzemenő ércelőkészítéssel és majdnem 100%-nyi meszes agglomerátum-eleggyel (Kalksinter) dolgoznak. A *Krupp-Johannsen-féle* tűzi előkészítő eljárást azonban drága volta, körülményessége, a termelt vas tisztátalansága és igen nagy kéntartalma miatt nem tartom különösebben figyelemreméltónak. A legújabb külföldi kiskohóüzemek bebizonyították, hogy 50%-nál több finomszemű (5 mm-en aluli szemnagyságú) elegyrészesedést is símán fel tudnak dolgozni. A kisolvasztók tehát feleslegessé tehetik a darabosító ércelőkészítést, köztük a Krupp-eljárást is, főleg ha arra gondolunk, hogy a Krupp-eljárás terméke nem kifogástalan, a kiskohó nyersvasa viszont mindig az.

A nagy toroknyomású olvasztók tekintetében egyezik a véleményem Visnyovszky kartárséval. Ugyanez vonatkozik mindarra, amit Visnyovszky az oxigénes fujtatásról, a savanyú salakkal történő kohósításról és a nyersvas kondicionálásáról mondott.

Nagyon örülök, hogy Visnyovszky — bár nem említi meg a kisolvasztók eddigi kiváló eredményeit — ki merte mondani azt a tételt, hogy *»a kisolvasztó rendszere a nyersvasgyártás ideális rendszerét fogja meghozni«*, továbbá, hogy *»semm sem lehet sürgősebb, mint a kísérleti oxigénes kisolvasztó felállítása«*.

Mindez megközelíti már azt az álláspontot, amelyet *Durrer* úgy fejezett ki, hogy a nyersvasgyártás terén az alacsonyanyagoszlopú olvasztóké a jövő. Ami egyébiránt a törpekohó elnevezést illeti, ezzel nem tudnék megbarátkozni, mert az olvasztónak ez a fajtája semmiképp nem mondható törpének, hanem inkább kisolvasztónak.

ZSÁK VIKTOR

A kohóművek telepítésével kapcsolatban Visnyovszky kartárs előadásában azt állítja, hogy az 1 millió tonnás kohóművek ma már nem időszerűek és mostanában már a 2 és fél milliónál tartanak. Ez igaz, de ez könnyen azt a benyomást keltené, mint hogyha 1 millió tonna acéltermelésű kohó ma már nem volna időszerű. Ezzel eleve halálra ítélnénk az új magyar acélműveket. Azokat ugyanis egyelőre 1 millió tonnáig telepítik. Tény az, hogy ma Martin-acélműveket kimondottan maximum évi 1 millió tonna termelésre építenek egy egységnél. Ugyanis 1 millió tonna acélt termelő Martin-műben kb. 10 db. nagy Martin-kemencére van szükség. Egy Martin-kemence hossza kb. 30—35 m, tehát 10 kemence csarnokának hossza, beleszámítva az ablakokat, a daru két oldalkifutását, kb. 350—400 m. Ilyen csarnok áttekintése nagyon nehéz, ezért van, hogy olyan mammutkohóművek, amelyek több mint 1 millió tonna acélt kívánnak termelni, megoszlanak 2, 3, 4 önálló acélműre. A nagyolvasztó múnél bizonyos berendezések, mégpedig igen költséges berendezések szükségesek és ezeket több kohó is közösen mindig nagyon jól tudja használni. Hiszen az előadó is említette, hogy 4 db 1200 tonnás kohó, amelyben évi 2.5 millió tonna acélt akarunk termelni, egész nyugodtan elhelyezhető egy egységben.

Az előadás további részében szó volt a kéntelenítésről. Ezzel feltétlen foglalkoznunk kell. Nagyüzemileg eddig ez csak szódára van bevezetve, de ez nálunk — sajnos — szóda hiányában nem jöhet számításba. Újabban kalciumkarbiddal próbálják a kéntelenítést növelni. Itt a karbidfogyasztás nem sok, mintegy 5—6 kg.

Ami a nyersvas kondicionálását illeti, az előadó túlságosan hangsúlyozza az érccel való kondicionálást. Állításai helyesek, de sajnos érc kell hozzá, ami nálunk nincs. A Martin-művek ércszükségletét is alig tudjuk biztosítani. A kondicionálásnak egyedüli helyes módja az, amit tiszta oxigénnel vagy levegő + oxigénnel végezhetünk. Az oxigénből nagy mennyiség van és ingyen áll rendelkezésünkre.

Ami a szénmegtakarítást illeti, az a helyzet, hogy ha a kohósítást elektromosan végezzük, akkor 2.4 kg barnaszénen takarítunk meg. Évente 1 millió tonna nyersvasat akarunk barnaszénrel termelni. Ez azt jelenti, hogy fuvós nagyolvasztóban 6 millió tonna barnaszénre van szükségünk, elektromos olvasztónál pedig csak 3.4 millió tonnára. Ezzel a felesleges további 2.400.000 kW óra megtakarítással jelentős energiamennyiséget tudunk a népgazdaságnak átadni, anélkül, hogy azt a szenet a nagyolvasztóban elfogyasztottuk volna. Az elektromos olvasztó elsősorban nagy erőközpontot követel és az drága. Az elektromos olvasztónak ezzel szemben vannak bizonyos előnyei a fuvós kohóval szemben. Elsősorban nem kell érc-tömörítési berendezés. Éppen ezért különösen porosércek kohósítására nagyon alkalmasak. Elmaradnak a drága berendezések, a léghevítők és a gáztisztítás igen egyszerűvé válik. Amíg a fuvósolvasztónál átlagban 1 millió tonna nyersvasra 5 millárd m³ gázt kell tisztítanunk, amely

gáz az olvasztóban lévő nyomás folytán valószínűleg igen sok port visz magával, addig a villamos olvasztónál 1 kg nyersvasra csak 0,7 m³ gáz képződik, amely gáz nagyon tiszta, mert nincs nyomás, ami a gázba poralakú részeket belevisz.

Sokat említették a kohászati problémák között a kéntelenítés kérdését. A barnaszénből készült kokszok kéntartalma elég tetemes lesz. Ezt a nyersvasat tehát valami módon kénteleníteni kell. A villamos nagyolvasztónál erre nincs szükség. A nagyolvasztó járatása igen egyszerűvé és olcsóvá válik, természetesen hozzászámítva a villamos erőművet, ami pénzbe kerül. Az irodalmi adatok alapján is, ha egy önálló villamos kohóművet megfelelő nagy teljesítménnyel és a hozzátartozó nagy centráléval kell építeni, akkor a költségek kb. egyformák. Pl. egy érczsugorító berendezés energiafogyasztása nem is olyan kicsi. Szovjet adatok szerint 1 tonna érc feldolgozásához 30 kW órára van szükség, hacsak nagyon kedvezően veszem az 50%-os érckihozatalt. Már ott is 1 tonna nyersvas költsége 60 kW óra, nem számítva az amúgyis igen drága segédberendezést is.

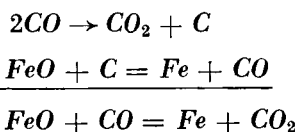
Helyesnek tartom, hogy hangsúlyozták »az alacsony aknát«, de nem szeretem a »törpekohó« kifejezést. Ez nagyságot fejez ki és nem jellegzetes kifejezés. Nem vitatom, hogy az alacsonyaknás kohó kifejezés sem egészen helyes, de mégis jobban kifejezi a lényegét, én tehát az alacsonyaknás kohó mellett foglalnék állást.

Nekem az a véleményem, hogy valamilyen módon fedeznünk kell a mai magyarországi fuvós nagyolvasztók koksz szükségletét. Ha ez nem sikerül tisztán külföldi koksszal, akkor teljesen egyetértek azzal, hogy itt a pécsi szenet kell felhasználni. Az a felfogásom, hogy a nyersvas további termelését túl nagy merészség lenne a magyarországi barnaszénkokszra alapítani.

Szádeczky akadémikus előadása részemre azért volt nagyon érdekes, mert említette, hogy a magyarországi szenek salakjában rendkívül értékes nyomelemek vannak, amit a jövőben ki lehet használni. Ha a salak jórészt beadom a nagyolvasztóba, ezek a nyomelemek jórészt bekerülnek a nyersvasba és ott teljesen értéktelenné válnak. De azért a szén salakjának kinyerése mégis lehetséges lesz. A magyarországi nyersvasgyártás további perspektívájával kapcsolatban ezt óhajtottam megemlíteni.

NAHOCZKY ALFONZ

Visnyovszky kartársnak a direkt és indirekt redukcióra vonatkozólag bemutatott két diagramja, amely teljesen eredeti és igen szellemes, nagyon szemléltetően mutatta a minimális kokszfogyasztásra vonatkozó adatokat. Ez a normális nagyolvasztó járatánál irányadóul is szolgálhat. Az indirekt redukciót levezethetjük a következőképpen:



A 2CO elbomlik CO₂ + C-vé az alacsonyabb hőmérsékleten, mondjuk 400—500°-on, mikor C szabadul fel, ez a C lerakódik az érc és a koksz felületére. Magasabb hőmérsékleten az akna alsóbb részében a FeO az így kivált C-nal

érintkezésbe jutva direkt redukció révén Fe -t termel. Tehát a CO szétbomlásából eredő C direkt redukció útján termel Fe -t. Ha azonban ezt a két egyenletet összevonjuk, megkapjuk az indirekt redukció képletét.

Mondhatjuk tehát, hogy az indirekt redukció is magában rejtje a direkt redukció lefolyását. Ennek a folyamatnak a megvilágítására említette, hogy a nagy nyomás elősegíti a CO szétbomlását. Éppen ennek a folyamatnak, a CO szétbomlásának van jelentősége az alacsonyaknás kemencéknél, különösen az oxigénbefuvarítás alkalmával. Ez a folyamat magyarázza a nagy toroknyomással működő kohók hatásosságát is.

Bansen számítása szerint a normális kohósításnál ez a folyamat lényegtelen mennyiségű C -kiválással jár. Nagyobb nyomáson azonban a C -kiválás mértéke erősen megnövekedik. De úgy is megfordíthatom a dolgot, hogyha nagyobb parciális CO nyomást termelünk, mégpedig oxigén befuvarítással, amikor a nitrogénballaszt kisebb, ez a CO mennyiségét megnöveli, ami egyértelmű a parciális nyomás megnövelésével, vagy a nagyobb toroknyomással. Ez a folyamat tehát ezen a réven nemcsak a nagyobb toroknyomásra és a nagyobb toroknyomás hatásosságára ad magyarázatot, hanem egyúttal befolyásolja az alacsonyaknás kohó magassági méretét is. Az erre vonatkozólag *Durrer* részéről elsőként tervezett alacsonyaknás kohókísérleteknél is rájöttek erre. Először túl rövidre vették az aknát és később jöttek rá, hogy az akna magasságát a gazdaságosság szempontjából növelni kell.

Mivel a dolog így van s mert ez a folyamat szerves összefüggésben van még a barnaszénkoks redukcióképességével is, ami nálunk most elsősorban alkalomszerű, a mi problémáinkat, a mi szeneinkkel, nekünk kell megoldani. Ez a folyamat teljes mértékben igazolni fogja az alacsonyaknás olvasztóknál a koncentrációváltoztatás elméleti alapjait és egyúttal a nagyobb toroknyomás elméleti alapjait is.

Meg kellett tennem ezt a kitérést azért, mert az alacsonyaknás olvasztóknál ez a folyamat a következőképp megy végbe a C megtakarítás szempontjából. Az a C , amely kiválik az alacsonyaknás olvasztó magasabb részében, az alacsonyabb régiókban, vagyis a magasabb hőfokokon, megint CO -vá alakul át, a C tehát bizonyos keringő mozgást végez. A C felül kiválik, azután megint CO -vá alakul át és a CO újból C -t választ ki, így tehát tulajdonképpen kokszt takaríthatunk meg. A C -nak ez a keringő mozgása a nagyolvasztó és általában az aknás kemence-üzemekben ismeretes folyamat. A cink a nagyolvasztó folyamatában pontosan ugyanezt a játékot játssza. Az antimon — ahogyan ezt csucsomi kísérleteinknél annakidején kimutattam — ugyancsak ezt a keringő folyamatot végzi. Ez a keringő folyamat fogja megszabni az alacsonyaknás kemencéknél az akna magasságának minimális mértékét. Ez a keringő C tehát igen jelentős a CO -koncentráció révén mind a nagy nyomású torokkal működő aknás kemencéknél, mind — ami ugyanaz — a CO parciális nyomásának növelésénél, azaz dúsabb oxigén befuvarításánál is.

Miután ezt a kérdést így megvilágítottam, ezzel akartam indokolni azt a nézetemet, hogy az alacsonyaknás olvasztók kialakításánál szintén magunknak kell a kísérleteket megcsinálnunk. Nem várhatunk arra, hogy majd a külföld fogja elvégezni a kísérleteket, saját szeneivel, saját viszonyai között, mert ezeknek eredménye még mindig nem lesz mérvadó a mi különleges helyzetünkre.

Visnyovszky kartárs nagyon tömören és nagyon kimerítően foglalta egybe az összes eljárásokat. Egy tekintetben azonban nem tudok vele egyetérteni. Ő külön tesz említést a savanyú salakkal való kohósításról, mint ércelőkészí-

tési módszerről. A mi helyzetünkre koncentrálva a problémát, a következő elgondolást vetem fel, mint a javaslat kiegészítését.

A savanyú salakkal való kohósítást az alacsonyaknás kemencékben — ahogyan az előző előadáshoz fűzött hozzászólásomban is kifejtettem — úgy képzelem, hogy alacsonyaknás kemencében mosott, tehát hamuban szegényebb és szárított szénnel végzem a kohósítást. Ilyenkor, hogy a kohósításnak amúgy is még mindig meglehetősen nagy salaktömegét csökkentsem, tudatosan savanyú salakkal dolgoznék. Ez a javaslatom. Az így, savanyú salakkal előállított, oxigéndús levegővel táplált aknás kemencében termelt nyersvas természetesen kénben dús lesz. Ezt a kénben dús nyersvasat utólag kéntelenítem. A kéntelenítés problémája a barnaszénfelhasználás generális kérdése. Amint az előző hozzászólásokból, de Visnyovszky kartárstól is hallottuk, ez a probléma még tulajdonképpen nincs megoldva. Én azt mondom, hogy igen. Sőt azt mondom, hogy alacsonyaknás kemencéktől nem kell olyan nagyon félni, ahogyan egyes szakemberektől itt hallottam. Ezt saját tapasztalatomból mondhatom, mert véletlenül szerencsém volt az első oxigénes alacsonyaknás kohót kezelni és vezetni. Az alacsonyaknás kohóban így savanyú salakkal termelt nyersvasat ezért másodszor átömleszténem, mégpedig aluminátsalak alatt, s ez javaslatom további kiegészítése. Olyan aluminát-cement salak alatt, amelynek képzésénél figyelembe kell vennünk a barnaszénből eredő hamu összetételét, mert a hamu összetétele döntően fontos a következő szempontból. Az aluminátsalagnak olyan összetételűnek kell lennie, hogy a kritikus olvadási pontot még elérjem, tehát ne kerüljek olyan salakmezőbe, ahol a megolvasztás már nehézséget okoz, és ne kelljen azt oxigéntöbblettel ellensúlyoznom. Ennek az összeállításánál már semmi másról nincs szó, csak a nyersvas átömlesztéséről, amely tehát önmagában kevés barnaszén-fogyaszt. Így kevés barnaszénhamut kell bevinnem, amely kevés barnaszén hamuhoz régebben végzett sok-sok számítás alapján már tudok annyi nyers bauxitot adni, hogy az így kapott aluminátsalak már jó aluminátcementet adjon. De hozzáteszem, igen magas, 1600—1650° körül olvadó összetételű aluminátsalakot adjon. Ilyen nagy hőfokú salak-összetétel mellett biztosítva van a kéntelenítés, úgyannyira, hogy az a továbbiakban semmiféle gondot nem fog okozni.

Ezzel a kérdéssel kapcsolatosan azokra a kísérletekre is támaszkodom, amelyeket a kéntelenítés szempontjából nemcsak magam végeztem, hanem amelyeket Visnyovszky kartárs is végzett Diósgyőrött. Ez tehát egy üzemileg járható út. Vigyáznunk kell azonban, hogy az aluminátsalak összetétele gazdasági szempontból a cementhez fűzött kívánalomnak megfelelő legyen. Ezért kell a barnaszénhamuból beviendő meddőt lehetőleg csökkentenem és külön végeznem a nyersvas kéntelenítését, nem pedig úgy, ahogyan Visnyovszky kartárs javasolta, hogy még ércet adok be az elegyhez, amivel egyúttal meddő többletet, tehát kovasavtöbbletet is viszek be. Hangsúlyozom, hogy éppen a kovasav az, amely az aluminátsalak összetételét károsan rontja. Ilyen körülmények között tehát meg lenne oldva kétszeres kezeléssel: elsődleges savanyú salakkal való átolvasztással és másodlagos kéntelenítő átolvasztással nyersvasgyártásunk kérdése.

A másik, ami ezzel kapcsolatos, amire Zsák professzor kartárs utalt. Ő csupán azt vette figyelembe, hogy 1 tonna nyersvasra mennyi szén esik. Nem vette azonban figyelembe azt, hogy az alacsonyaknás és oxigénnel táplált olvasztással olyan gázt termelek, amely feleslegessé teszi a külön generátorgáz előállítását, úgyhogy az egész vasmű hőellátását egységnek tekintve, megvan az egyensúly

a hőszükséglet és a hőellátás tekintetében. Erre vonatkozólag számításokat végeztem és munkámat egy akadémiai ülésen elő is terjesztettem, az itt fekszik írásban. Fennáll az az egyensúly, hogy az egész gyári hőszükséglet fedezve van anélkül, hogy a kohósításra külön kokszot kellene használni. Azt mondhatom tehát, hogy a gázítási hőszükséglet fedezi a kohósítás hőszükségletét. Ennek megállapítása meglehetősen hosszadalmas és messzemenő számításokat kíván, de ezek a számítások nem elméletiek, hanem támaszkodnak azokra az oxigénes alacsonyaknás kísérletekre, amelyeknek üzemi eredményeit felhasználtam, s így azt látom, hogy a mérleg teljes. Amikor barnaszeneink hamujának összetétele kedvezőtlen, előfordulhat, hogy valamivel több gázt kapok, mint amennyit el tudok fogyasztani. Ez külön probléma és csak a részletes kidolgozásnál kerül felszínre, de itt—miután az egészet, a gázellátást, a kokszfogyasztást, a kohósítást együtt taglalom és közös szempontból figyelem, ezeket a részleteket és kilengéseket a hamu összetételétől vagy a hamu mennyiségétől függően kísérletekkel kell tisztáznunk. Ez a kísérletsorozat tehát magában foglalja a gázellátást, a kohósítást, a kéntelenítést, és szükségszerűen a mi adottságainkból és szerencsés előmunkálatainkból kifolyólag egyúttal olyan cementgyártást is lehetővé tesz, amelynél a cement további feldolgozása csupán őrlésből áll és mindjárt használható bizonyos kevésbé kényes feladatra, amilyen számtalan van.

Az az összehasonlítás tehát, amelyet Zsák professzor kartárs levezetett, nem állja meg egészen a helyét éppen az energia tekintetében, de éppen ezt kell tisztáznunk a kísérletek észleletével.

TARJÁN GUSZTÁV lev. tag

Zsák kartárs hozzászólásával kapcsolatban óhajtok rövid megjegyzést tenni.

Ő szembeállítja a 6 kg-ot a 3,4 kg-mal a normális kohósítás és az elektromos kohósítás között. Tulajdonképpen a 6 kg helyett 3 kg a szükséges barnaszén, mert a másik 3 kg megmarad az előkészítés során, amiből az erőműben áramot lehet termelni. Kb. 50% kihozattal lehet 20%-os hamutartalmú borsodi szénből nem egészen 10%-os hamutartalmú szenet készíteni. Ebből az derülne ki, hogy a normális kohósítás előnyösebb, mint a villamos kohósítás. Nem is szabad ilyen nagy különbségnek lennie, mert az elméleti hőszükséglet és az elméleti szénszükséglet mindkét esetben bizonyos hatásfokkal megnövelendő és természetes, hogyha közvetlenül égetem el a szenet egy kohóban, annak jobb elégségi hatásfoka lesz, mintha közbekapcsolok még egy elektromos centrálét. Csak ennyit akartam megjegyezni.

SIMON BÉLA

Bizonyos elfogultsággal fogok az elhangzottakhoz hozzászólni, mégpedig annak az elfogultságával, akinek ma nyersvasat kell gyártania fokozódó minőségi igények kielégítésére, normális nagyolvasztókkal és mindig romló kokszminőséggel. Nekünk mindenekelőtt azokkal a kérdésekkel kell foglalkoznunk, amelyek ma, holnap, két vagy három éven belül hoznak majd megoldást, és nem kerülhetjük meg azt, amit Visnyovszky kartársunk kifejezett, a kohókoksz használatát. Feladatunk kell, hogy legyen a kohókoksz fajlagos felhasználásának az optimális értékekre történő leszorítása.

Visnyovszky kartárs előadásának záró részében kiemelte, hogy az érc-előkészítést és a hasonló problémákat kell kézbevenni, előadása közben viszont azt mondotta, hogy ezek természetes dolgok. Mindnyájan tudjuk, hogy ezek természetes dolgok, de az az érzésem, hogy nem cselekszünk ezen a téren. Itt akarom kidomborítani a fizikai és kémiai előkészítés problémáit. Tapasztalatból mondom, hogy mit jelent az aprítás mind ércre, mind mészkőre vonatkozólag, mit jelent az átalakítás végrehajtása és általában az elemek dúsítása. Ezekről a kérdésekről mi sokat beszélünk és keveset cselekszünk. Engedje meg mind a Kohászati Minisztérium, mind a Tervhivatal, hogy kritikát is gyakorolhassak ebben a tekintetben. Amikor minden terv kész van, akkor nincs gyártási lehetőség, ha pedig az lenne, akkor hiteltörlések történnék. Természetesen ezek olyan nehézségek, amelyek a tervszerű és jó munkát magától érthetően hátráltatják és megnehezítik.

Az elegy dúsításával kapcsolatban legyen szabad megemlítenem, hogy a felszabadulási hét alatt nem több, de 40—42%-os elegykihozattal dolgoztunk, a rendelkezésünkre álló kezdetleges eszközökkel, állandósított eleggyel, és az eredmény az hogy 1050 kg-os kokszfogyasztás helyett, 960 kg-os volt a kokszfogyasztás.

A kéntelenítés és a kondicionálás kérdése lennének szerintem azok a problémák, amelyek nagy beruházással, de összetett, együttes munkával szintén azonnal hoznának eredményeket.

Az alacsonyaknás kohóval kapcsolatban szabad legyen annyit megemlíteni, hogy ez véleményem szerint nem fogja megoldani a nyersvas gyártásának problémáját.

Nem vonom kétségbe, hogy külföldről problémáink megoldásához kaphatunk támogatást, de a profil kialakítása és a betétanyag milyensége tekintetben magunkra leszünk utalva, hogy a kívánt helyzetet megteremtjük.

Legyen szabad erről a helyről, erről az illusztris ülésről, az ülés résztvevőit arra felhívnom, hogy valóban komoly, látható munkaprogramot elkészítsünk minél gyorsabban, amelyben a közvetlen és a távolabbi problémákat csoportosítjuk és eldöntjük, hogy a sok tárgyalás után végre most már a gyakorlati megvalósítás útjára tudjunk rátérni.

FORBÁTH RÓBERT

Engedjék meg, hogy két problémára hívjam fel a figyelmet, amelyek talán nem olyan közelfekvők, mint ahogyan az előttem szólott Simon elvtárs joggal kívánja, de miután némelyik közülük már komoly sikereket ért el külföldön, itt pedig még nem hangzott el, kötelességemnek érzem, hogy felhívjam rájuk a figyelmet.

Említés történt arról, hogy a Kalling-féle kéntelenítési eljárás körülményes és nehezen hozható összhangba a kohómű és az acélmű közti fázissal. Ez valóban így is van. És a forgókemencék viszonylag kis teljesítménye szinte lehetetlenné is teszi az ütemszerű üzemet.

Kínában érdekes kísérletet végeztek olyan ércekkel, amelyek ab ovo túlságosan savanyúak ahhoz, hogy a teljes elsalakítást eredményesen véghez lehetett volna vinni. Ez pedig a fúvókán való mészbefúvás volt. Anélkül, hogy a kísérleteket részletezném, a következőt említem. Lényeg az, hogy a fúvószállal együtt

megfelelő mennyiségű égetett mészporthatárt a medencébe a fúvósíkban, s az eredmény elég meglepő volt, amennyiben az itt befúvott mész mennyisége lényegesen hatásosabb volt a kéntelenítés szempontjából, mintha ugyanezt a mennyiséget a torkon át adták volna be.

Ennek valószínűleg az a magyarázata, hogy a fúvósíknál lévő rendkívül magas hőfok és a turbulens érintkezés előbb végezte el a kéntelenítést, mintsem hogy a befúvott mészpornak alkalma lett volna a már meglévő salakkal egyesülni és elsalakulni. Ilyenképpen elég tekintélyes kokszmegtakarítás lehetséges, mert hiszen komolyan savanyújárattal lehet a folyamatot, a kohósítást elvégezni, a kéntelenítést pedig ezzel a fúvón befúvott mészporthatárral elérni. Természetes, hogy a mangán kérdését ebben az esetben egészen külön kell megvizsgálni.

A másik kérdés, amelyet fel szeretnék említeni, az alacsonyaknás kohókkal kapcsolatos. Egészen véve még kísérleti elgondolás és tudomásom szerint nagyjából különösebb tapasztalattal még nem rendelkezik. Fel szeretném hívni a figyelmet arra a lehetőségre, amelyet éppen az akna kis mérete tesz lehetővé: a fluidizációs redukcióra. A fluidizációs redukció elméletét szintén nem kívánom itt érinteni. Lényege, hogy lehetőség van teljes egészében aprószemű csillámércet kohósítani minden darabosítás nélkül és ehhez a kohósításhoz aprószemű kokszot lehet felhasználni. Az arány kb. 1 : 2, tehát például 2 mm-es átlag-szemnagyságú érchez 4 mm-es átlag-szemnagyságú koksz szükséges minden különösebb szilárdsági követelmény nélkül. Ennek egyedüli előnye, hogy elmarad a darabosítás, az ércelőkészítésnek ez a költséges és kellemtelen módja.

CLAUS ALAJOS

Az előadás tartalmával általában egyetértek és csak néhány olyan megjegyzést kívánok hozzáfűzni, amelyek rámutatnak arra, hogy az előadó részéről felsorolt termelésjavító módszereken kívül is vannak, mégpedig viszonylag egyszerű módok, amelyekkel a nyersvastermelést számottevően fokozhatnánk.

Az egyik ilyen mód a fúvósíkjel vízgőztartalmának állandó szinten tartása olyan módon, hogy a nagyolvasztóba a fúvósíkjel bizonyos mennyiségű vízgőzt fújtatunk be. Ezt a módot *M. A. Pavlov* is említi a »Nyersvasgyártás« című magyar könyvének 447—449. lapjain és kiemeli, hogy a *magnyitogorszki nagyolvasztóban* ezzel a módszerrel a napi termelést 1181 tonnáról 1437 tonnára növelték. Újabban *Dancsenkov* multévi közleménye hívta fel a figyelmet azokra a jelentős eredményekre, amelyeket a Szovjetunió kohói ezzel az eljárással elértek. Az állandó páratartalmú fúvósíkjel jó hatásáról a Csehszlovák Népköztársaság egyik kohótelepén magam is meggyőződtem.

A másik mód a nagy toroknyomású rendszer alkalmazása, amelynek rendkívüli előnyeire *Bargyin* professzor mutatott rá legutóbbi itteni konzultációi alkalmával. Arra hívta fel a figyelmet, hogy nem okvetlenül kell megvárni, míg új torokzáró szerkezet készül, hanem halogatás nélkül annyira kell a toroknyomást fokozni, amennyire csak a meglévő torokzáró ezt lehetővé teszi. Ezt teszik most a Szovjetunió számos kohótelepén, és igen jó eredményt érnek el vele.

FEHÉR TIBOR

Visnyovszky László értékes és szép előadásban foglalta össze nyersvasgyártásunk fejlesztésének időszerű kérdéseit. Az előadás számos komoly problémánkat vizsgálja.

Helyesen állapítja meg, hogy bár világviszonylatban a fejlődés iránya az egyre nagyobb olvasztók építése felé vezet, körülményeink között mégis az olvasztó méreteinek további növelését alapvetően határozza meg várható kokszhelyzetünk. Ennek leszögezése azért is indokolt, mert nálunk is elhangzottak olyan vélemények, amelyek az olvasztó méreteinek további növelését tartották szükségesnek.

Nézetem szerint érdemes lenne az elektromos olvasztók kérdésével valamivel bővebben is foglalkoznunk. Természetesen nem nyersvasgyártásunk nagy részének elektromos olvasztóban való előállításáról van szó, hanem arról, hogy a különleges minőségű, kénmentes nyersvasat, vagy a ferromangánt, esetleg ferroszilikomangánt ilyen olvasztóban állítsuk elő. Ennek lehetősége vörösiszapjaink kohósításával adódik. A ferromangán gyártással kapcsolatban gazdaságos lehet az eljárás a mangán lényegesen nagyobb mértékű redukciója következtében. Érdemes tehát ezzel a problémával foglalkozni, jóllehet energia-szükséglete nagy.

Különösen Norvégiában építettek ipari méretben elektromos nyersvasgyártó kemencéket. A Tysland-Hohl kemencéknél értek el eddig jó eredményeket. Ezek a kemencék alacsony voltak miatt kevésbé függnék a tüzelőanyag minőségétől, mint a rendes nagyolvasztók. Általában 50% kokszot és 50% kokszporkeveréket alkalmaznak, de mint kokszadalék az irodalmi adatok szerint lignit, borsókoksz és antracit is felhasználható.

1 t nyersvas termeléséhez mintegy 380—400 kg koksz szükséges. Az energiafogyasztás a norvég adatok szerint 2400—2800 kWó/t az érc minőségétől és a nyersvas összetételétől függően.

Különleges előnye az elektromos nyersvasgyártásnak a termelt nagyértékű gáz, amely 2500—2600 kalória/m³ fűtőértékű és nagy CO-tartalmánál fogva nemcsak tüzelésre kiváló, de a vegyipar részére mint szintézisgáz is jól felhasználható.

Visnyovszky László megemlékezik a földgázzal, vagy egyéb redukáló gázzal történő vasérc-redukálási módszerekről is. Ennek a módszernek a jelentősége adottságaink miatt ma még túlzottnak nem mondható. Figyelembe kell venni ugyanis, hogy a vasszivacsgyártás egészen kiváló minőségű ércet követel, amennyiben tehát erre az útra akarnánk menni, elsősorban különleges dúsítási eljárásokat kellene kidolgozni. Az igen nagymértékű és költséges ércelőkészítés ilyen módon az egyébként gazdaságos eljárás reális megvalósítási lehetőségét bizonytalanná teszi. Jelentősége a minőségi acélgyártással kapcsolatban igen nagy, éppen ezért a ma még megoldhatatlannak látszó nehézségek ellenére kutatómunkánkban foglalkozhatunk vele.

Nyersvastermelésünk túlnyomó részét belátható időn belül a mai rendszerű nagyolvasztókból fogjuk termelni. Ezzel kapcsolatban igen lényeges és fontos célkitűzés a nagyolvasztó folyamat minden részletének tudományos vizsgálata. Sajnos, megfelelő kísérleti kohó hiányában kutatóink ezekkel a kérdésekkel nem tudnak olyan alaposan foglalkozni, mint amelyet ez megérdemelne. Ilyen módon nálunk az irodalomból kialakult vélemények harca

Ezért oszlanak meg a vélemények a nagynyomású olvasztók kérdésében

is. Tapasztalataink nincsenek, az irodalmi adatok különbözőek. Gyakorlati szempontból azokra az eredményekre tudunk támaszkodni, amelyeket első sorban a Szovjetunió, másrészt a többi népi demokráciák már elérték. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy ebben a kérdésben nincs semmi ok vitára. A Szovjetunió tapasztalatai és eredményei megmutatják, hogy a kokszmegtakarítás vagy a teljesítmény növelése szempontjából ez az eljárás túl van a kísérleti időszakon. Bargyin akadémikus legutóbbi ittjárta alkalmával több ízben hangsúlyozta, hogy a nyomás egészen kismértékű növelése a termelés jelentős növekedését és kokszmegtakarítást tesz lehetővé. Ennek lehetett az eredménye, hogy a szovjet nagyolvasztókat kb. másfél év alatt több, mint 50%-ában átalakították ellennyomásos olvasztókká. Ennek következményeként a nyersvastermelés 8—10%-kal növekedett, a kokszfogyasztás pedig 3—4%-kal csökkent. Ezeket az eredményeket a normálistól alig eltérő berendezésekkel érték el. A toroknyomás nem emelkedett 6—7 m vízoszlop nyomás fölé. Természetesen az első időszakokban itt is sok probléma volt. Amíg a gázt nem tisztították, a tömitések a torokberendezéseknél igen gyorsan elhasználódtak. Amikor rátértek a nedves tisztításra és az így kapott gázt vezették vissza, ezek a nehézségek teljes egészében kiküszöbölődtek. Ilyen nyomás nálunk is akár a diósgyőri, akár a Sztálin vasműi turbófúvókkal elérhető. Az a megtakarítás és kapacitásnövekedés pedig, ami ebből adódik, a mi népgazdaságunk számára igen lényeges és igen jelentős.

Meg kell azt is jegyezni, hogy nemcsak a szovjet adatok, de egyéb külföldi irodalmi adatok is egyöntetűen szögezik le, hogy a nagyolvasztón végrehajtandó változtatások a nagynyomású üzemben aránylag csekélyek. A Steel több cikkben is foglalkozik ezzel a kérdéssel s ennek alapján 4 feladatot említ meg az átalakításra :

1. A nagyharang számára szoros záródást biztosító, lehetőleg egy darabból álló tölsér.

2. Kiegyenlítő szelepek, amelyek a nagyharang leeresztésekor az olvasztó és harangközi nyomásokat egyenlítik ki. Ehhez szükséges a nedves tisztítóból kapott tiszta torokgáz.

3. Megoldás a tömitések biztosítására.

4. Fojtószelep a toroknyomás szabályozására.

Ilyen olvasztóknál elektromosan működtető kieresztő szelepeket használnak. A kohószínten nincs szükség változtatásokra. A munkafolyamatok azonban meggyorsulnak. Hosszabb csapolócsatornát alkalmaznak, amely a vas és a salak szétválasztását jobban biztosítja.

Az eljárás jelentősége a mi szempontunkból igen nagy. Egyrészt a kokszfogyasztás 8—12%-kal csökkenthető azonos teljesítmény mellett, viszonylag kis ellennyomásnál is (6—7 m vo). Amennyiben a teljesítményt növeljük, akkor is várható a kokszfogyasztás bizonyos mértékű csökkenése. Miután a kokszt az olvasztóban a legnagyobb kénforrás, nyilvánvaló, hogy a kokszfogyasztás csökkenése a kéntartalom csökkenését is eredményezi. Sajnos erre vonatkozólag ma még szovjet adattal nem rendelkezünk, ennek feltételezésénél csak a nyugati folyóiratokra tudunk támaszkodni. A szállópor mennyisége Bargyin akadémikus bejelentése szerint a minimálisra csökken. Ezen a téren tehát egészen pozitív és biztos adataink vannak.

Érdekes az a megállapítás is, hogy nagynyomású üzemnél a nyomásesés csökkenése következtében az olvasztó elegyoszlopa egyenletesebben mozog, kevesebb megcsúszás fordul elő. A nagynyomású üzemnél tehát sokkal egyenletesebb a járat. Ezt azzal magyarázzák, hogy a szélnyomás nem növekszik

olyan gyorsan, mint a toroknyomás, annál is inkább, mert ez utóbbit a torokgáz fojtásával szabályozni lehet. Éppen ezért állandó szél és állandó elegy-kokszarány esetében a nyomásesés csökken.

A szállóporképződésnek — egyes kutatók feltételezései szerint — az okai döntően a csatornaképződések és a megcsúszások. Ezek kiküszöbölése tehát a viszonylag kis szállóporképződést biztosítja.

A nagynyomású üzem a szabályozási lehetőségek tág határok közti irányítását teszi lehetővé. Ez természetszerűleg jól képzett és fegyelmezetten dolgozó szakmunkásokat kíván. Ez az egyetlen körülmény, amit az ellenérveléstől el lehet fogadni, ez sem indok azonban arra, hogy ne kezdjük el minél előbb nálunk is az idevágó kísérleteket. Remélhetőleg ennek eredményei meg fogják győzni a ma még kételkedőket az eljárás jelentőségéről és fontosságáról.

Nem érthetek az előadóval egyet abban, hogy egymással szembeállítja az ércdúsítást és a nagynyomású eljárást. E kettő *egymástól függetlenül* szükséges és feltétlenül a teljesítmény növeléséhez, a kokszfogyasztás csökkentéséhez járul hozzá.

Ugyanebben a részben több olyan kijelentés is van, amelyet nem látok kellőképp alátámasztva. Így pl. az előadó ismertetett egy, az irodalomban ismertetett hipotézist a nagynyomású olvasztók méreteiről. Ez az adat annyira megalapozatlan és alá nem támasztott, hogy véleményem szerint felesleges ebben az értékes és magas színvonalú előadásban.

Ami a »lényeges« konstruktív átalakításokat illeti, sajnos az előadó nem ismerteti, hogy mit ért ezalatt. Feltétlenül egyetértek azonban azzal, hogy ezt a kérdést a Szovjetunióban behatóan kell tanulmányozni. Az ehhez szükséges intézkedéseket vezető ipari szerveink már megtették.

Az előadás többi részében igen helyesen sorolja fel Visnyovszky kartárs nyersvasgyártásunk távlati feladatait. Az azonnal könnyen megfogható kísérleteknek kisebb jelentőséget juttat előadásában. Pedig pl. a levegőkondicionálással jó eredményeket értek már el külföldön.

Befejezésül: a javaslatban tárgyalt kérdéseknek a nagy toroknyomásra vonatkozó kiegészítését javaslom.

VISNYOVSZKY LÁSZLÓ válasza

Mindenekelőtt megköszönöm az értékes hozzászólásokat, főképp azért, mert előadásomat mintegy kiegészítették. Sajnos, a rendelkezésre álló rövid idő alatt nem lehetett minden kérdést részletesen tárgyalni és most sem szeretném a hallgatóság figyelmét még hosszú ideig igénybevenni. Nem fogok tehát minden egyes felmerült problémára részletesen válaszolni.

Talán azzal kezdem, hogy Simon kartársunknak tökéletesen igaza van abban a tekintetben, hogy nem foglalkoztunk elég behatóan a jelenlegi problémákkal, de ehhez mindjárt hozzá kell tennem azt is, hogy ez nem is volt ennek az előadásnak a tulajdonképeni célja. Biztosra veszem, hogy kormányzatunk ismeri a jelenlegi problémákat és ismeretében van azoknak a lehetőségeknek is, amelyekkel a jelenlegi kérdéseket meg lehet oldani. Egészen biztos, hogy előbb-utóbb ezek a kérdések előbbre fognak jutni.

A kisebb jelentőségű kérdések, amelyek azonban mégis eredményre vezethetnek, mint pl. a gőzbefűvés, vagy a többi hasonló természetű probléma, ezek

általában, úgy hiszem helyi jelentőségűek olyan értelemben, hogy minden egyes ércelegynél más és más hatás mutatkozik. Éppen ezért általánosságban nem is foglalkoztam ezzel, mert ezek a kérdések szakkönyvekből ismeretesek.

Talán Fehér kartárs hozzászólásához fogok részletesebben válaszolni, mégpedig a nagy toroknyomással kapcsolatban. A toroknyomás hatásának értékelésére valóban nem lehet egészen egyöntetű véleményt találni. A Szovjetunióban erre vonatkozólag elfogadtak bizonyos módszert a termelés növelésére és bizonyos kokszmegtakarítás érdekében, azonban nem ismerjük az erre vonatkozó adatokat. Nem ismerjük, hogy t. i. gazdaságilag ez mit jelent és hogy a Szovjetunióban ezt fenn akarják-e állandóan tartani. A nyugati irodalomban napvilágra került adatokat megpróbáltam magam értékelni, mert ott találtam olyan adatsortot, amely hasznos lehet. Ennek az értékelésnek az eredménye többek között a következő: abból a tételből indultam ki, hogy minden egyes kohónak megvan a minimális kokszfelhasználása egy adott járáti sebesség mellett. Ha ennél a mennyiségnél többet vagy kevesebbet termel a kohó, egyformán nagyobb lesz a kokszfogyasztás, vagyis a termelés, illetve a járáti sebesség függvényében felrajzolt kokszfelhasználási görbének van egy minimuma. A nagy toroknyomás ezt a minimumot a nagyobb termelés felé tolja el. Ha a kohó nem a minimális kokszfogyasztásnak megfelelő járáti sebességgel dolgozik, hanem ennél nagyobbbal, a nagy nyomás a termelés megtartása mellett csökkenti, illetve a minimumra szállítja le a kokszfelhasználást. A termelés viszont nagy nyomással is csak akkor növelhető lényegesen, ha a kokszfelhasználás állandó marad. E két határeset között van olyan helyzet is, amikor kis termelésnöveléssel a kokszfelhasználás is némileg csökkenthető.

Az, hogy a nagyobb termelés, vagy kisebb kokszszükséglet arányban van-e a nagy nyomás költségeivel olyan kérdés, amit főleg gazdasági tényezők határoznak meg. Új kohó építésénél annak kapacitását úgy lehet választani, hogy minimális kokszfelhasználással biztosítsa a kívánt termelést, ugyanis valamivel nagyobb kohó építése csak egyszeri és nem is jelentős költségtöbbletet jelent, a nagy nyomással történő kohósítás pedig állandó többletköltségtétel.

VADÁSZ ELEMÉR:

Megköszönöm mindenekelőtt az előadást, a nagyon értékes hozzászólásokat azzal, hogy az ott kialakult vita során valóban felvetődtek olyan kérdések — utalok elsősorban a Simon Béla kartársunk részéről mondottakra —, amelyek szükségessé teszik, hogy e problémák között megállapítsuk a sorrendet, a végrehajtás tekintetében. Erre nézve az a javaslatom, hogy röviden írásban fogjuk össze ezeket a kérdéseket, amelyekre kormányzatunk figyelme részben már ráirányult. Ezek napi problémák, de ezeket is nyilván lehet tartani. Az a kérésem, hogy ezeket röviden fogjuk össze és juttassuk el az illetékes akadémiai bizottsághoz és azután ezeket a kérdéseket tovább fogjuk vinni rövidebb úton illetékes helyek felé.

AZ ORSZÁGOS KOOPERÁCIÓS HÁLÓZAT FESZÜLTSEGE ÉS KIALAKÍTÁSA

SZENDY KÁROLY
a műszaki tudományok kandidátusa

A népgazdaság állandóan növekvő fejlődése következtében jelentkező villamos energiaigényt számottevő mértékben szénbázisainkra települt erőművekkel látjuk el. Minthogy hőerőműveink elhelyezkedését a jelentősebb ipari energiafogyasztók telepítésénél kormányzatunk figyelembe veszi, nagyobb távolságra nagyobb teljesítmény állandó jellegű elszállításával nem kell számolnunk. A következőkben ebből a feltételből kiindulva vonjuk le következtetéseinket.

Az egyes erőművek vagy erőműcsoportok között célszerű kooperációs kapcsolatot létesíteni, mivel a kooperáció lehetővé teszi:

1. az erőműtartalékok közös felhasználását, tehát a kölcsönös kiegészítést, a közös tartalék következtében nagyobb egységteljesítményű gépeket lehet alkalmazni, ami további megtakarítást jelent a beruházási és üzemi költségekben.

2. a felfejlődés ideje alatt a fogyasztói igényeknél jelentkező egyenlőtlen-ségek kiegyenlítését,

3. a különböző termelési költségekkel járó erőművek közötti gazdaságos terhelésselosztás biztosításával a termelési költségek csökkentését.

Ezért a kooperációs hálózat megépítése a népgazdaság szempontjából feltétlenül szükséges.

A kooperációs kapcsolat létesítésével felvetődik az a gondolat, hogy az erőművekből kiinduló és a fogyasztói állomások táplálására szolgáló 120 kV-os távvezetéseket, mivel azok a fogyasztói terület határán amúgy is több helyütt találkoznak, kapcsoljuk össze. Ezáltal többszörösen hurkolt hálózatot kapunk, amely általában oly merev kapcsolatot létesít az egyes erőművek között, hogy az üzemviteli és üzembiztonsági szempontból már nem kívánatos. A többszörös hurkolás következtében egyrészt a védelem túlbonyolulttá válnék, másrészt egy üzemzavar esetleg az egész kooperációs rendszer egyszerre történő üzem-szünetét okozhatja. A rövidzárlati teljesítmény bizonyos mértékű korlátozása szintén kívánatos az üzembiztonság szempontjából. Jelenleg gyártott megszakítóink megszakítási teljesítménye 2500 MVA. Nagyobb megszakítási teljesítményű készülékek gyártása ugyan lehetséges lesz, de csak a későbbi évek

folyamán, viszont a nagyobb zárlati teljesítménnyel együtt a földzárlati áramok megnövekednének, ami az életbiztonságot veszélyezteti. Továbbá a zárlati teljesítmény növelése állomásaink középfeszültségű 35, 20 és 10 kV-os kapcsolóberendezéseink átalakításával járna, mivel azok a zárlati teljesítmény szempontjából már most is teljesen kihasználtak. Ezért a nagyobb zárlati teljesítményeket a jövőben is csak ott helyes alkalmazni, ahol más megfelelő megoldás nem jöhet számításba, pl. 100 MW-os gépekből álló erőműben stb.

A kooperáció fentiekben vázolt előnyeire való tekintettel a kooperációs hálózat létesítését elhatározták. E hálózat eredetileg magasabb feszültség szinten, 220 kV-on volt tervbevéve. Ratkovszky Ferenc akadémikus 1952-ben azonban javasolta, hogy az országos 120 kV energiaellátó rendszert körzetekre bontsák fel és az elkövetkezendő években az egyes körzetek közötti kooperáció 120 kV-tal létesüljön 220 kV helyett, amely megoldásnak számottevő gazdasági előnye van műszaki hátrány nélkül.

A tanulmány célja, hogy a kooperációs hálózat kialakítását műszaki és gazdasági szempontból részletesen megvizsgálja és megállapítsa. Mivel az egész ország 120 kV-os elosztóhálózatának tetszésszerű összekapcsolása üzemviteli és üzembiztonsági szempontból nem kívánatos, az erőművek együttműködő rendszerét körzetekre kell bontani. Az egyes körzetek közötti kapcsolatot az országos kooperációs hálózat biztosítja. A körzetek földrajzi elhelyezkedését jelentékeny mértékben a szénbányák közelében épülő erőművek és az ezektől általában kb. 100 km-es távolságon belül épülő villamosenergia-igényes ipar-telepek, városok határozzák meg. Ezeken kívül külön körzetet képez Nagy-Budapest energiaellátása. Így az ország a 10 éves villamosítási terv távlatában nézve — 1960-ban — négy kb. 500—600 MW teljesítményű körzetre bontható fel. Ha valamely körzetben több országos erőmű a 120 kV-os táphálózaton keresztül kis területen belül kapcsolódik össze: *összpontosított* együttműködő rendszerről beszélhetünk. Ebben az esetben a körzet számottevő terhelése erre a helyre összpontosul. Ilyen a Budapestet magában foglaló körzet. A többi körzetben az együttműködő rendszer *elosztott*. A zárlati teljesítmény szempontjából az összpontosított rendszer a kedvezőtlenebb.

Az egyes körzeteket összekötő kooperációs vezetékek kialakítását tanulmányozva elsősorban az egyik körzetről a másikba átvendő teljesítmény nagyságát kell megállapítanunk. Az átvendő teljesítmény nagysága a körzetben fejlesztett és elfogyasztott teljesítmény különbségéből adódik. Ennek megállapítására vizsgáljuk meg, hogy a kooperáció következtében a közös tartalékteljesítmény, a terhelések kiegyenlítése, a gazdaságos teherelosztás miatt, egyik körzetről a másikba mekkora teljesítmény átvitele jön számításba.

Tartalékteljesítményre egyrészt a tervszerű karbantartás, másrészt a váratlan gépkiesés miatt van szükség. Ha az egyes körzetek egymástól függetlenül volnának üzemben, minden körzetben külön tartalékteljesítményről kellene gondoskodni. A körzetek közötti kooperáció közös tartaléka azonban az

egyes körzetekben felhasználható és így a közös tartalék számottevő mértékben kisebb, mint az egymástól független körzetek összes tartaléka. A közös tartalék általában az egyes körzetek között el van osztva és a kooperációs hálózat révén az előadódó szükségletnek megfelelően bármely körzetben igénybe vehető.

A következő években várható terhelési viszonyokat figyelembevéve a legnagyobb terhelés idején a körzetben egy 32 MW-os gépegység karbantartásával kell számolni. Az üzem folytonosságának feltétlen biztosítása pedig megkívánja, hogy körzetenként üzemzavar miatt egy 50 MW-os gép mellett egy másik 32 MW-os gépegység meghibásodását is figyelembe vegyük. Így a körzet részére szükséges tartalékteljesítmény $32 + 50 + 32 = 114$ MW. Ezt a tartalékot kellene beépíteni, ha a körzet a többi körzettel nem lenne összekapcsolva. Ezzel szemben a kooperáció esetén az egész ország közös tartalékából a körzetben csak a körzetteljesítménynek megfelelő tartalékteljesítményt építjük be. Ha az országos tartalék nagyságát a szovjet adatok alapján* kb. 15%-nak vesszük, a körzetbe beépített tartalékteljesítmény $500 \cdot 0,15 = 75$ MW-nak adódik. A körzetben szükséges 114 MW tartalékteljesítményhez a körzetbe beépített 75 MW-on felül még hiányzó teljesítményt a kooperációs hálózaton keresztül kell más körzetről behozni, így a kooperációs hálózatot terhelő tartalékteljesítmény $114 - 75 = 39$ MW lesz.

Hasonló eredményhez jutunk, ha az elvégzett számítások szerint — amelynek részletezésével itt nem foglalkozhatunk — a gépegységek jósági számából elméleti úton határozzuk meg az üzemzavar miatt szükséges tartaléktényező nagyságát** és figyelembe vesszük a tervszerű karbantartást.

Ezután megállapítandó a *fogyasztói igényeknél* jelentkező egyenlőtlenségek következtében átvindó teljesítmény nagysága.

Ha a körzeten belül az üzemi teljesítmény és a fogyasztás nincs egymással összhangban, a különbözetet a kooperációs hálózaton keresztül kell szállítani. Ez a különbözet akkor jelentkezik, ha az egyes körzetekben az erőmű építésének mértéke nem teljesen egyidejű a körzetekbe telepített ipar fejlődésével. Bizonyos mértékű kiegyenlítést lehet biztosítani oly módon, hogy a körzeti határoknál összeérő elosztóhálózatok alállomásai közül egyeseket az egyik körzetről a másikba átkapcsolunk. A fennmaradó különbözetet az 50 és 32 MW-os gépegységekre való tekintettel középértékben kb. 40 MW-nak vehetjük fel.

Gazdaságos teherelosztás miatt az átvitel teljesítőképességét tovább fokozni már nem szükséges. Elegendő, ha a tartalék miatt 39 MW és a terhelési különbözet miatt 40 MW, tehát *összesen kereken 80 MW átviteli teljesítménnyel* számolunk. Mindkettő egyidejű fellépte a gazdaságos teherelosztást bizonyos mértékig korlátozza, azonban e korlátozás is csak a terhelési csúcs idejére terjed. Mivel a kooperációban a tartalékteljesítmény igénybevétele viszonylag

* Markovics : »Energiarendszerek és azok üzemeltetések«.

** dr. Kovács K. Pál : »Villamosenergia termelésének és elosztásának időszerű kérdései hazánkban«. (A Magyar Tudományos Akadémia Műsz. Tud. Oszt. közl. 1951. I. sz. 541. old.)

igen rövid ideig tart és csak a terhelési különbözet átvitelénél lehet az átlagos kihasználást feltételezni, továbbá az átvitel csúcsértékénél a terhelési különbözetnek a tartalékértékkel azonos előjelűnek kell lenni és még figyelembevéve a gazdaságos teherelosztás miatt szükséges átvitelt is, 80 MW teljesítmény kihasználási óraszámra legfeljebb 2000 órára becsülhető.

Ha az átvitelnél a teljesítménytényező $0,8$ -nak vesszük, a legnagyobb látszólagos teljesítmény 100 MVA.

Az előadottak szerint a 4 körzetre bontott rendszerben, az adottságainkat tekintetbevéve, két körzet súlypontja közötti távolság 80—160 km, tehát a közepes távolság 120 km. Ez a távolság egyúttal megfelel 2 erőmű közötti legnagyobb tényleges távolságnak.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az egyes körzetek közötti kooperáció következtében 80 MW teljesítmény (100 MVA) 80—160 km, középértékben 120 km távolságra való átvitelének műszaki és gazdaságos szempontból leghelyesebb megoldását kell megvizsgálni.

A kooperációs hálózat feszültsége részére a jelenlegi viszonyok alapján kétféle érték jöhet szóba :

1. a jelenlegi országos hálózat feszültsége, tehát 120 kV,
2. vagy a nagyobb távolságra való energiaszolgáltatásnál szokásos 220 kV.

A kooperációs hálózati feszültség eldöntése nagyon sürgős, mert a hálózat kialakítását jelentékeny mértékben befolyásolja. Sürgős továbbá azért is, mert a 220 kV-os transzformátorok és készülékek kifejlesztése számottevő időt igényel.

Az egyik megoldás esetén a 120 kV-os kooperáció részére az azonos feszültségű elosztóhálózat is jelentékeny mértékben felhasználható, ha ennek tervezésénél a megfelelő keresztmetszetet már előre biztosítottuk. Az egyes körzeteket összekötő 120 kV-os kooperációs hálózat bekapcsolódik a nyomvonalába eső országos erőművek gyűjtősínjeibe és közben célszerűen néhány fogyasztói alállomást is táplál villamos energiával.

A másik megoldás esetén, a 220 kV-os feszültségen a generátorsínről 10/220 kV-os és a közép feszültségű fogyasztók részére 220/10, vagy 220/30 kV-os közvetlen transzformációt csak állandó jellegű energiaszolgáltatás esetében választhatunk. A kooperációs energiaátvitelnél azonban az országos kooperációs hálózatot a körzeti 120 kV-os elosztóhálózattal kell összekapcsolni, ami csak 120/220 kV-os transzformátorokkal történhetik. A transzformátorok teljesítménye az előzőeknek megfelelően 100 MVA-ra adódik, a transzformátorok százalékos impedanciája kb. 13%. 220 kV-on a lényegesen nagyobb kapcsolóberendezési költségek miatt nem gazdaságos a nyomvonal közelébe eső erőműveket becsatlakoztatni, ezért a 220 kV-os kooperációs hálózat mentén 120 kV-os hálózat is kiépítendő. A 220 kV-os kooperációs vezeték az egyes körzetek egy-egy pontján csatlakozik a körzeti 120 kV-os elosztóhálózathoz.

A műszaki és gazdaságossági összehasonlításhoz a 80 MW átviteli csúcs-teljesítménynek megfelelően a kooperációs hálózatot 120 kV-on kettős vezetéknek, 200 kV-on egyszeres vezetéknek vesszük fel. A reaktanciák csökkentése érdekében célszerű köteges vezeték-elrendezést alkalmazni, amely 220 kV-on még azzal az előnnyel is jár, hogy sugárzás szempontjából nem szükséges nagyobb keresztmetszetű vezetőt, vagy esetleg üreges vezetőt alkalmazni.

A köteges vezetéknél a reaktancia 0,4—0,45 ohm/km helyett 0,3—0,33 ohm km. További vizsgálatainkat azonban egyelőre egyszerű vezetéksodronyra végezzük.

A két kooperációs hálózati feszültséggel kapcsolatban elvégzendő műszaki összehasonlítást a következőkben felsorolt hat szempont figyelembevételével fogjuk megvizsgálni :

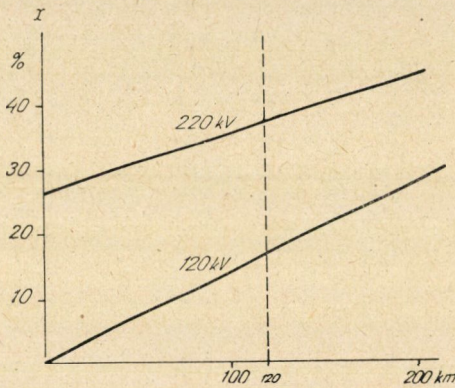
1. tápponti feszültség ingadozásának határa,
2. kooperációs hálózaton mutatkozó feszültségesés,
3. meddő teljesítményvesztés mértéke,
4. rövidzárlati viszonyok,
5. rendszer stabilitása,
6. a kooperációs vezeték közelébe eső fogyasztók ellátása szempontjából.

A műszaki összehasonlítás vizsgálatát kezdjük a tápponti feszültség megállapításával, amelyet az energia átvitelnél még megengedhető feszültségesés meghatároz. Az energia-táppontként működő erőművek lehetőleg $1,1 \cdot 120 = 132$ kV-ot igyekeznek tartani azért, hogy általában a legtávolabb lévő fogyasztói állomáson se legyen kisebb feszültség, mint $0,95 \cdot 120 = 114$ kV. A körzetben lévő táphálózaton általában véve 10%-nál nagyobb feszültségesés nem szokott jelentkezni, ami 3×150 mm² vezetőkeresztmetszet mellett 132 kV feszültségen $\cos \varphi = 0,8$ esetén 2750 MWkm-nek felel meg, tehát 100 km távolságra 27,5 MW teljesítmény 10%-os feszültségeséssel vihető át. Amennyiben a kiinduló feszültség kisebb, ugyanazon feszültségesés esetén átvendő teljesítmény a kiinduló feszültséggel négyzetes arányban csökken. Nagyobb átviteli értékek mellett a viszonyokat a vezetékbe beépített szabályozó transzformátorral, vagy az átvitel teljesítménytényezőjének növelésével lehet megjavítani, pl. ha a teljesítménytényezőt 0,8-ról 0,9-re 30%-kal növeljük, nagyobb teljesítményt lehet ugyanazon feszültségeséssel átvinni. Ha az erőműben a gyűjtősin feszültsége 132 kV-hoz képest 5—6%-kal kisebb, tehát kb. 124 kV, az átvitelre már csak 8—9% feszültségesés áll rendelkezésre és így $\cos \varphi = 0,8$ mellett a teljesítménynyomaték kb. 2000 MWkm lesz. Mivel az átvendő teljesítményt tovább csökkenteni már nem célszerű, ebből következik, hogy az erőművek gyűjtősinfeszültségét 132 kV-hoz képest 5—6%-kal lehet csökkenteni.

E feltétel egyaránt érvényes a 120 és 220 kV-os kooperációra. Össze-foglalva tehát megállapítható, hogy a tápfeszültség, amely a körzeteket össze-

kapcsoló kooperációs pontokra is vonatkozik, 132 kV-tól legfeljebb 6%-kal térhet el.

Vizsgálatunk második részében határozzuk meg, hogy 120 és 220 kV-os átvitel esetén mekkora feszültségesések jelentkeznek. Ebből a célból mindkét feszültségre a közepes távolságú energia átvitelnek megfelelő 120 km hosszú vezeték 100 MVA-ra vonatkoztatott százalékos reaktanciáját számítsuk ki. A számítás szerint kettős 120 kV-os vezeték százalékos reaktanciája 16,5% a 220 kV-os vezetéké 11%, tehát a 120 kV-os kettős vezetéké 50%-kal nagyobb. A kooperációs hálózat 120 kV-on közvetlenül, 220 kV-on viszont transzformátoron keresztül csatlakozik a körzeti elosztóhálózatba, ezért 220 kV-os feszültségen a távvezeték reaktanciájához hozzáadódik a transzformátor százalékos



I. ábra

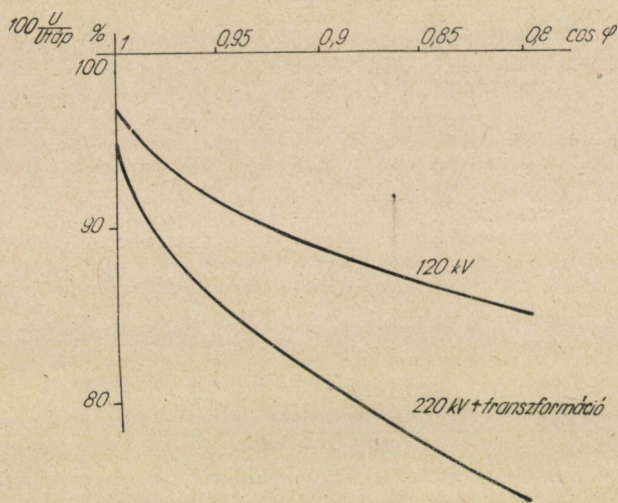
reaktanciája, amely a fentiek szerint 13%. Mivel a kooperációs átvitelnél kétszeres transzformáció van, a 220 kV-os vezeték százalékos reaktanciájához 26%-ot kell hozzáadni. A százalékos reaktancia változását az átviteli távolság függvényében az I. ábra tünteti fel. A nálunk szóbajövő átviteli távolságoknál a kettős transzformáció miatt a 220 kV kedvezőtlenebb eredményt mutat.

A százalékos feszültségesés szempontjából a hátrány valamivel csökken a 220 kV részére, mivel 220 kV-on az ohmos ellenállás százalékos értéke kisebb. Mindenesetre megállapítható, hogy a feszültségesés korlátozására mindkét esetben feszültségszabályozó transzformátort kell alkalmazni, vagy a teljesítménytényezőt kell megjavítani. Ugyanis az előző szempont alapján a kooperációs helyek között 6%-nál nagyobb feszültségeltérést nem lehet megengedni. A teljesítménytényező javításának hatását 120 km hosszú — közepes távolságú — energia átvitelre, a 2. ábrán láthatjuk. A 6%-os feszültségesést csak $\cos \varphi = 1$ körüli energiaátvitel nem haladja meg, amely esetben a körzetbe hozandó teljesítmény teljes meddő szükségletét a körzetnek magának kell előállítani.

Ezzel szemben, ha meddő teljesítményt kell szállítani, szabályozó transzformátorra van szükség.

220 kV-os átvitel esetében a szabályozó transzformátor a 220/120 kV-os transzformátorral sorbakapcsolható; a 120 kV-on a rövidzárlati igénybevételre való tekintettel célszerű azonban a szabályozó transzformátort a táppontoktól kissé távolabb, lehetőleg a két erőművet összekötő kooperációs vezeték közepén elhelyezni.

Meddő teljesítmény szállítása 120 kV-on nem ütközik nehézségbe. A 2. ábrán leolvasható, hogy 120 km távolságra 80 MW átvitelre $\cos \varphi = 0,8$ mellett



2. ábra

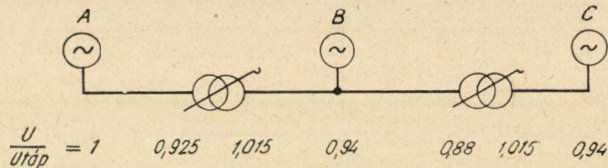
15% feszültségesést okoz. Az átvitel végpontján jelentkező 15% feszültségesés a fentiekben megkívánt 6%-ra csökkenthető, ha az átvitel közepén feszültség-szabályozó transzformátort építünk be. A feszültségesés az átvitel közepéig 7,5%, tehát a feszültség 122 kV-ra csökken. Ezt az értéket kell a szabályozó transzformátorral legalább 10%-kal, 134 kV-ra növelni, hogy a vezeték végéig mutatkozó további 7,5% feszültségesés miatt a végponton 124 kV-nál kisebb feszültség ne legyen, amint azt a 3. ábra is feltünteti. A 220 kV esetén jelentkező nagyobb 26%-os feszültségesés az átvitel kezdeti és végpontján alkalmazott szabályozókkal, tehát kétszeres szabályozással, szintén kiegyenlíthető. A 120 kV-on szükséges egyszeres szabályozás azonban nyilván egyszerűbb megoldás.

Mivel az ország energia ellátási rendszere négy körzetet ölel fel, előfordulhat, hogy az egyik körzetből egy távolabbi nem-szomszédos körzetbe kell energiát szállítani. 220 kV-on a vezeték aránylag kis feszültségesése miatt ez semmi nehézséget nem okoz, azonban 120 kV-on is csak látszólag jár nehézséggel. Valójában az átvitel 120 kV-os feszültségen is akadály nélkül keresztülvihető. Tegyük fel ugyanis, hogy A körzetből B-n keresztül C-be kell energiát átvinni.

Az előzőkben tárgyalt viszonyok mellett az A körzet erőművéből a B körzet erőművébe szállítva az energiát és ezáltal a B körzet terhelésének egy részét átvéve lehetővé tesszük, hogy a B körzet az energiát továbbadhassa, a C körzet felé. A feszültségértékeket $\cos \varphi = 0,8$ mellett, tehát ha a meddő teljesítményt is szállítani kell, a 3. ábra tünteti fel, amelyről megállapítható, hogy az átvitel terhelésetolással kifogástalan megoldás. A 120 kV-os kooperációnál a terhelésetolási módszer természetesen több körzeten keresztül történő energiaátvitel esetében is használható.

Összefoglalva megállapítható, hogy a kooperációs hálózat feszültségese szempontjából — a mi viszonyainkat tekintetbe véve — a 120 kV-os átvitel bizonyos mértékig előnyösebb.

Ezután mint harmadik szempontot, a meddőteljesítményvesztés kérdését vizsgáljuk. A kooperációs távvezeték X reaktanciája $3 X J^2$ meddő-teljesítményvesztéséget okoz, amelyet bizonyos mértékig kiegyenlít a távvezeték



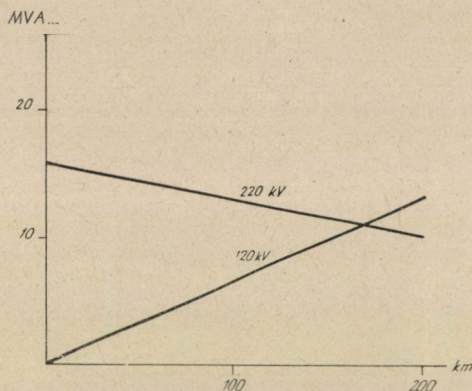
3. ábra

kapacitív teljesítménye. A 100 MVA teljesítményátvitelnél a meddő-vesztés eredő értékét a 4. ábrán mutatjuk be, amelyen látható, hogy a 220 kV-os átvitel nagy százalékos reaktanciája ellenére a vezeték kapacitása a meddő-teljesítményvesztéséget számottevő mértékben csökkenti. Így 170 km távolságú átvitelnél a meddő-teljesítményvesztés mindkét feszültségen azonos értékű, rövidebb távolságon 120 kV, hosszabb távolságon 220 kV lesz kedvezőbb. Bár hazai viszonylatban a távolság általában lényegesen kisebb, mint a 170 km és így meddő-teljesítményvesztés szempontjából a 120 kV-os feszültség kedvezőbb, megjegyezzük, hogy számottevő különbség a két feszültség között nincsen.

A negyedik szempont a hálózati rövidzárlatok és egyéb üzemzavarok kihatása. A vizsgálatot elvégezve megállapítható, hogy a 120 és 220 kV-os kooperációs rendszer között lényeges különbség nem mutatkozik. 120 kV-on a kooperációs vezeték közepe táján elhelyezett feszültség szabályozó miatt több megszakítót kell beépíteni, mint 220 kV-on, ami a hibaforrások számát szaporítja, ezenfelül a 120 kV-os vezeték légköri túlfeszültségek okozta átívelésének valamivel jobban van kitéve, viszont a 120 kV-on alkalmazott kettős távvezeték nagyobb üzembiztonságot nyújt.

Az ötödik szempont a rendszer stabilitása a háromfázisú zárlatokkal szemben. A 120 kV-os rendszer tranziens stabilitására vonatkozóan a legszigorúbb feltétel az, amikor a szélső körzet legszélsőbb erőműve szolgáltat

kooperációs energiát és a zárlat ebből az erőműből kiinduló valamely másik vezetékelyén keletkezik. A zárlat időtartama alatt azerőmű terhelését elveszíti és így gépei felgyorsulnak. A szomszédos erőműre a zárlat már kevésbé hat, azonban a szélső erőműből táplált kooperációs terhelés is erre és az utána következő erőművekre esik. A zárlat lekapcsolása után az egyes erőművek szinkronozó feszültségei úgy helyezkednek el, hogy a legnagyobb szögeltérés a szóbanforgó legszélső erőmű és a szomszédos erőmű között mutatkozik. Nem követünk el lényeges hibát, ha az egész rendszert oly háromgépes rendszerre redukáljuk, amelynél az egyik gép a legszélső erőmű, a másik a szomszédos, a harmadik pedig a rendszer többi erőműve. A zárlat leghosszabb lekapcsolási



4. ábra

ideje, amelynél még a stabilitás fennmarad, a számítás alapjául szolgáló feltételek szerint 0,33 mp. A 220 kV-os kooperációs rendszerben a legszélső erőmű stabilitását a körzeten belüli erőművek igyekeznek fenntartani és ezen kívül még segít a 220 kV-os kooperáció is. A lekapcsolási idő oly kis mértékben adódik a 120 kV-ra kedvezőbbnek (220 kV-on 0,32 mp, szemben a fent megadott 0,33 mp-cel), hogy az mindkét feszültségen gyakorlatilag azonosnak vehető. A 120 kV-os kooperáció a nagyobb fajlagos százalékos reaktancia ellenére azért ad kedvező megoldást, mert 120 kV-on a közvetlen erőművi betáplálások sűrűbben követik egymást, mint a 220 kV-os táppontok.

Az utolsó, hatodik szempont, a kooperációs vezetékek mentén jelentkező fogyasztók ellátása. Ez a feladat 120 kV-os feszültség esetén minden nehézség nélkül megvalósítható. Ha a fogyasztó a kooperációs vezetékbe tápláló erőmű közelében van, terhelése a kooperációs terheléshez hozzáadódik, azonban az így kiadódó többletfeszültséges a körzet határánál felállított szabályozótranszformátorral jól kiegyenlíthető. Amennyiben viszont a fogyasztó a szabályozótranszformátoron túl az átadási hely előtt a másik körzetbe esik, tehát terhelése beleszámít a másik körzetnek átadandó terhelésbe, az átadási helyen a feszültséges csökkenni fog. Ugyanez a helyzet a körzet határánál felállított feszült-

ségszabályozó alállomás terhelésénél is, tehát a terhelés elvétel bizonyos esetekben 120 kV-on a feszültségviszonyokon még javít.

Ezzel szemben a 220 kV-os kooperációnál terhelések gazdaságosan nem vehetők fel. Megfelelő transzformáció 220 kV-on 60—80 MVA fogyasztói teljesítmény alatt ugyanis általában nem jöhet számításba. A 220 kV-os kooperáció esetén tehát a 120 kV-os hálózatot is ki kell építeni a vezeték mentén.

A műszaki szempontokat összefoglalva megállapítható, hogy a 120 kV-os kooperáció — hazai viszonylatban — feszültségésére és kooperációs vezeték mentén jelentkező fogyasztók ellátására való tekintettel bizonyos előnyöket nyújt, rövidzárlatok és stabilitás szempontjából közel azonos megoldást jelent.

Az országos kooperáció összehasonlítása alapjául szolgáló műszaki kérdések tisztázása után vizsgáljuk meg a 120 kV és 220 kV feszültségű rendszerek gazdaságosságát. A gazdaságossági számításnál a fentieknek megfelelően a 120 kV átvitelt kétrendszerű, a 220 kV átvitelt pedig egyrendszerű acél-alumínium sodrony szerkezetű távvezetésekre határozzuk meg. Számításunkat a 220 kV átvitelt tekintetbevéve, két változatban dolgozzuk ki.

Az I. változatban két egymástól legtávolabb eső körzet terhelési súlypontjait kötjük össze 220 kV-tal. Mivel az így kiadódó 160 km hosszú energiaátvitelhez képest a többi körzetek terhelési súlypontjai egymástól lényegesen közelebb: 80 km-nyire fekszenek, a közöttük lévő kooperáció azután is 120 kV-on marad.

A II. változatban 220 kV-tal 3 körzetet kapcsolunk össze úgy, hogy a második körzetbe a terhelés súlypontja előtt kötünk be és ily módon a körzeti csatlakozások egymástól 120—120 km távolságra kerülnek.

A 120 kV-os kooperációt először úgy vizsgáljuk, mintha az a 120 kV-os körzeti hálózattól teljesen független lenne és a kooperáció nyomvonalába eső vezetéseket nem használnók fel.

A kooperációs vezetéken átviendő legnagyobb teljesítményt az előzőek alapján 80 MW-nak felvéve, a hozzátartozó teljesítménytenyező legyen a továbbiakban is 0,8. A II. változatnál kétféle kooperációs lehetőséggel számolunk:

- a) átvitel csak két szomszédos körzet között van,
- b) az egyik szélső körzet betáplál 80 MW-ot, a középső és a másik szélső körzet pedig vesz 40—40 MW-ot. E két táplálási mód közül a II. változatra nézve a kedvezőtlenebbet fogjuk tekintetbe venni.

Az átviendő teljesítményhez meghatározzuk a gazdaságos keresztmetszetet. A veszteségeket két részre osztjuk: teljesítményvesztésre és energiavesztésre. A vezeték csúcsterhelése okozta teljesítményvesztés előállítására — amennyiben az feltehetően összeesik az országos csúcsterheléssel — az erőművekben kellő teljesítőképességet kell biztosítani, azért a teljesítményvesztés az erőmű beruházási költségeiben jelentkezik, a kooperációs vezetéken átvitt energia okozta energiavesztés pedig az erőművek termelési (szén)

költségét növeli. Gazdaságossági számításunkban a beruházási költségeket — amelyek közé a teljesítményvesztés költségét is besoroltuk — és az évente jelentkező termelési költségeket egymástól elválasztva fogjuk feltüntetni. A hasznossági tényező segítségével a beruházási és az évi termelési költségek közötti összehasonlítás is elvégezhető.

Az erőművekbe beépített teljesítőképesség fajlagos beruházási költségét, beleszámítva a kooperációs pontokhoz csatlakozó 120 kV-os hálózatot, biztonsággal 4000 Ft/kW-nak vesszük fel. A tartalék nagysága fentiek szerint legyen 15%, az erőmű segédüzemi fogyasztása pedig 10%. Így a csúcsterhelésnek megfelelő erőmű fajlagos költség 5200 Ft/kW. Az energiavesztés költségének kiszámításánál a fajlagos termelési költség 0,12 Ft/kWó. Az évi kihasználási óraszám — mivel kooperációs kisegítésről van szó — a fentiek szerint legfeljebb 2000 óra.

120 kV-on a kétrendszerű távvezeték gazdaságos keresztmetszetére 3 × 250 mm² acél-alumínium sodrony adódik. A 220 kV-os egyrendszerű vezetéknél — a vezeték sugárzására való tekintettel — megengedhető legkisebb 3 × 375 mm² keresztmetszetet kell választani. Az említett két változatra elvégzett költség-számítás eredményeit 120 és 220 kV-ra az I táblázat tünteti fel.

I. TÁBLÁZAT
Gazdaságossági összehasonlítás

Változat	Megnevezés	120 kV-os feszültség		220 kV-os feszültség	
		beruházási	évi	beruházási	évi
		költség		költség	
I.	160 km átvitel				
	Távvezeték.....	80.2	—	88	—
	Transzformátor és kapcsolóberendezés.....	8.8	—	35.6	—
	Távvezetékvesztés.....	35.8	0.94	14.2	0,372
	Állomásvesztés.....	—	—	17.9	0.469
	Összesen :	124.8	0.94	155,7	0.841
	Beruházási többlet 220 kV-nál 30.9 (25%).				
II.	120—120 km átvitel				
	Távvezeték.....	120.1	—	132	—
	Transzformátor és kapcsolóberendezés.....	17,6	—	56	—
	Távvezetékvesztés.....	33.4	0.87	10,6	0,28
	Alállomásvesztés.....	—	—	17.9	0,47
	Összesen :	171.1	0.87	216.5	0,75

Beruházási többlet 220 kV-nál 45,4 (26%).
(A költségek millió forintban értendők.)

A 220 kV-os megoldás az I. változatnál kb. 30 millió, a II. változatnál kb. 40 millió Ft-tal kerül többbe, aminek eredményeképpen a 220 kV-os meg-

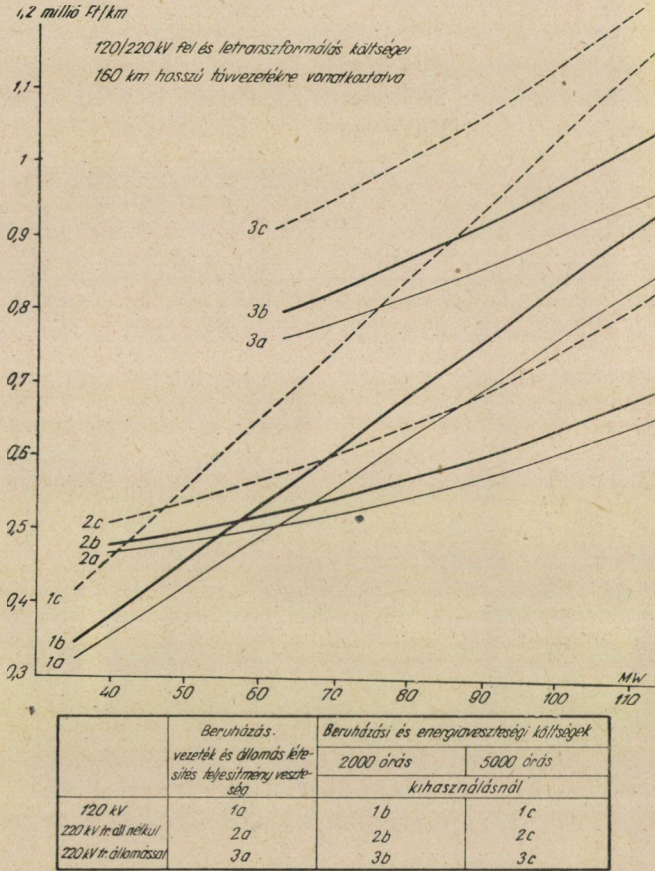
oldás kb. 25%-kal drágább, mint a 120 kV-os. Ez a költségkülönbség még tovább emelkedik, ha figyelembe vesszük, hogy a 120 kV-os kooperációnál a körzeti elosztó vezetéknek a kooperáció nyomvonalába eső részét is fel lehet használni. Ez óvatosan becsülve még további 30—40 millió Ft, tehát kb. 20%-os költségmegtakarítást eredményez a 120 kV-os változat javára. Az évi termelési költségeknél 700.000 Ft esik a 220 kV-os változat javára. Ez a főleg szénköltségekben jelentkező megtakarítás azonban alig jöhet számításba az említett — összesen kb. 60—80 millió Ft — beruházási többletköltségekhez képest.

Fentiekben a 120 és 220 kV-os átvitel gazdaságossági összehasonlítását az országos kooperációnak megfelelő viszonyokra végeztük el. A teljesség kedvéért a következőkben a 120 és 220 kV-os feszültségek gazdaságosságát általános szempontból is megvizsgáljuk. E célból kiszámítjuk 1 km hosszú vezetékre eső költségeket az átvendő teljesítmény függvényében $\cos \varphi = 0,8$ mellett. A beruházási költségek természetesen ebben az esetben is tartalmazzák a teljesítményvesztési költségeket. A számítást a költségeknek megfelelő gazdaságos vezetékkeresztmetszetre végeztük, megjegyezve, hogy a vezeték sugárzás miatt 120 kV-on a legkisebb szabványos vezetékkeresztmetszet 110 mm², 220 kV-on 375 mm². 120 kV-on kettős, 220 kV-on egyrendszerű vezetékkel számoltunk. Külön feltüntettük a beruházási és évi költségek eredőjét, a beruházási költségek évi terhét 10%-kal számítva. Az évi termelési költséget tehát 0,1-es hasznossági tényezővel elosztva hozzáadtuk a beruházási költségekhez. A költségeket a hazai kooperációnak megfelelő 2000 órás és az állandó jellegű energiaátvitelnél szokásos 5000 órás kihasználásra határozzuk meg. A számítás eredményeképpen (5. ábra) bár tisztán távvezetési költségek szempontjából a 220 kV-os feszültség 2000 órás kihasználásánál 55 MW csúcsteljesítmény felett, 5000 órás kihasználásnál pedig 45 MW felett gazdaságosabb, ha azonban hozzáadjuk a fel- és letranszformálási költségeknek 1 km-re eső részét, akkor pl. 160 km távolságnál a 220 kV-os átvitel 2000 órás kihasználásnál csak 150 MW, 5000 órás kihasználásnál 120 MW felett jön számításba. Jobb teljesítménytényezőnél természetesen a csökkenő veszteségek miatt a viszonyok a 120 kV-os feszültség részére még kedvezőbbé válnak. Az átviteli teljesítmény gazdaságos határa ebben az esetben 120 kV-on 175 MW-ig megnőhet.

Külföldi országokban a számottevő teljesítőképességű vízierőművek és hőerőművek közötti kooperáció következtében lehet olyan helyzet, hogy kedvező vízviszonyok esetén a hőerőművektől távolabb fekvő vízierőművek körzetében többlet teljesítmény és energia jelentkezik. Kis vízállás esetén pedig a vízierőműveket, mint csúcsslágtatókat üzembentartva számottevő energiaszállítást kell lebonyolítani többszáz km távolságra. Ez indokolja ezekben az országokban a 220 kV vagy ennél nagyobb feszültség alkalmazását.

Hazai viszonylatban 10 éves terv távlatában a 220 kV-os átvitel gazdaságossági szempontból csak akkor jönne tekintetbe, ha *hosszabb* — kb. 160 km — *távol-*

ságról kellene állandóan számottevő energiát szállítani. Ebben az esetben kétszeres transzformációt elkerülve kell a hálózatot kialakítani, tehát a közép-feszültség és a 220 kV között közvetlen transzformációt kell használni. Mivel a hazai tényleges viszonyoknak nem ezek a körülmények felelnek meg, a kooperáció céljára egyelőre csak a 120 kV jöhet gazdaságosan tekintetbe. Ha nagy-



5. ábra

távolságú és nagymennyiségű külföldi energia behozatala kerülne megvalósításra, akkor az előbbieket során a 120 kV-nál nagyobb feszültség alkalmazása is szóba jöhet. Ezzel azonban csak akkor lehet foglalkozni és a leg gazdaságosabb megoldást megállapítani, ha az energiabehozatal közelebbi adatai (energia-mennyiség, távolsági, irány fejlődési lehetőség stb.) már részleteiben is ismertek, ebben az esetben 220 kV-nál nagyobb feszültség is szóba jöhet.

A 120 kV-os kooperációs hálózat kiépítésének kérdését tanulmányozva további gazdasági előnyt állapíthatunk meg avval, hogy a már meglévő 120 kV-os vezetékeket felhasználva a kooperációs hálózatot nem szükséges egyszerre

kiépíteni, hanem az fokozatosan fejleszthető az egyes körzetekben létesülő erőművekkel és állomásokkal együtt. Ez az előny nincs meg a 220 kV esetében, amelynél attól függően, hogy 2—3 körzetet kívánunk összekapcsolni, kb. 150 illetve 200 millió Ft-ot kell erre az országos villamosítás folyamatos költségein felül rövid időn belül egyszerre beruházni. Bár a mi viszonyaink mellett a 220 kV-os kooperációval járó többletköltségek igen jelentékenyek, azonban az országos energiaellátás óriási kereteit és értékét figyelembevéve a többletköltségek egyedül még sem volnának döntőek, ha a 220 kV-os kooperációnak más műszaki előnyei lennének, amelyek a többletköltségekben mutatkozó hátrányt ellensúlyoznák. A műszaki szempontokat tárgyalva azonban láttuk, hogy az üzemvitel és az üzembiztonság kívánalmait a 120 kV-os átvitel minden tekintetben kielégíti, sőt — a hazai követelményeket figyelembevéve — a 120 kV-nak még bizonyos előnyei is mutatkoznak a 220 kV-tal szemben. Ennek alapján, valamint azért, mert — mint az előzőekben rámutattunk — a 120 kV-os kooperáció folyamatosan évi kis beruházási költséggel létesíthető, amíg a 220 kV-os részére népgazdaságunkat jelentékenyen terhelő rövid idő alatt kiadásra kerülő igen nagy — 150—200 millió forint — beruházás lenne szükséges, megállapítható, hogy a körzetek összekapcsolására szolgáló kooperációs hálózat feszültségűl mind a műszaki szempontok, mind a gazdaságosság ismeretében egyelőre 120 kV-ot kell választani.

Miután eldöntöttük a kooperációs hálózat feszültségét, kívánatosnak látszik még néhány szemponttal foglalkozni a hálózat kialakításával kapcsolatban. A kooperációs vezeték fentiek szerint mint két-rendszerű vezeték épül ki, de nincs akadálya annak, hogy két egymástól független egyrendszeres vezeték készüljön, amely ugyan a veszteségeket is beleszámítva kb. 10%-kal drágább, azonban még üzembiztosabb. Ez utóbbi megoldás lehetősége akkor merül fel, ha a két párhuzamos vezeték nem egy időpontban épül.

Az egyes körzetek közötti összeköttetésbe a körzethatárnál létesítjük a kooperációs állomásokat, amelyek azonban egyben fogyasztói táppontok is lehetnek. Az állomások 120 kV-os gyűjtősínjét két részre osztjuk, hogy mind-egyik sínszakasz külön körzethez tartozzék. A két körzet különböző feszültség-szintjét a két gyűjtősínszakaszhoz csatlakozó szabályozótranszformátor kapcsolja össze. Ily módon az egyik körzetben keletkező üzemzavar esetében a két körzet egymástól könnyen szétválasztható. A fentiekben ismertetett feszültségviszonyokra való tekintettel a szabályozó saját reaktanciáját figyelembevéve, a kívánt szabályozási határ a kétirányú energia átvitel miatt kb. $\pm 17\%$. Mivel az átvitel szempontjából 100 MVA teljesítőképességgel kell számolni, viszont a vasúti úrszerelvény miatt erre a teljesítőképességre kb. $\pm 10\%$ -kal nagyobb szabályozási határral rendelkező szabályozó egyszerű eszközökkel nem készíthető a zárlatbiztonság és a tartalék miatt, célszerűbb két, egyenként 100 MVA teljesítőképességű $\pm 9\%$ -os szabályozót egymással sorbakapcsolni, mint két 50 MVA-es $\pm 17\%$ -os párhuzamosan kapcsolt szabályozót alkalmazni. Ez a megoldás azzal

az előnnyel jár, hogy egyrészt nem kell mindkét szabályozót egyszerre működtetni, másrészt az egyik üzemenkivülhelyezésekor a szabályozók rövidzárlati biztonsága változatlan marad, továbbá a kooperációs teljesítmény nem korlátozódik, csak a feszültségviszonyok romlanak, amelyeket bizonyos mértékig meddő teljesítménnyel lehet szabályozni.

Meghatározott körzetteljesítménynél, ha egymás közvetlen-közelében épülnek az erőművek, a zárlati teljesítmény meghaladhatja a megállapított legnagyobb értéket. A zárlati teljesítmény korlátozása érdekében előfordulhat, hogy az erőmű gyűjtőrendszerében sínfojtó tekercset kell elhelyezni. Ugyanez a feladat felmerülhet több erőművet összekapcsoló csomóponti állomásoknál is. Ha nagyobb megszakító áll rendelkezésre, sínfojtó tekercs a berendezés megerősítésével elkerülhető.

Megjegyezzük, hogy megfelelő helyen elhelyezett fojtótekercsen üzemszerű állapotban általában a névleges értéknek csak egy része folyik, tehát feszültségesést is alig okoz, viszont rövidzárlatnál a teljes fojtóhatás érvényesül. Annak eldöntését, hogy fojtótekercset, vagy nagyobb teljesítményi megszakítót alkalmazunk, az adott körülmények határozzák meg.

A 120 kV-os hálózat, amint ismert, közvetlenül földelt, ha azonban az összes transzformátorok csillagpontját földeljük, a sok párhuzamosan kapcsolt transzformátor következtében a zérusrendű reaktancia — különösen a nagyteljesítőképességű erőművek közelében — annyira csökken, hogy az egyfázisú zárlati teljesítmény meghaladja a háromfázisút. Emiatt pedig a körzet teljesítményt kellene csökkenteni, ami semmiképpen sem kívánatos. Ezért újabb erőműveinkben a transzformátorokat úgy kell készíteni, hogy közvetlenül nem földelt csillagponttal is üzembentarthatók legyenek, ha közülük legalább egy egység csillagponja földelve van. E transzformátorok szigetelése csak kis mértékben erősítendő — az idevonatkozó előírásokat az új transzformátorszabvány már tartalmazza — amely költségben elhanyagolható különbséget okoz és ezért előállítási költsége még jóval kisebb mint a közvetlenül nem földelt hálózaton alkalmazott transzformátoroké. Üzemben lévő erőműveinkben pedig a zérusrendű reaktancia növelése érdekében meg kell vizsgálnunk, hogy a csillagponti fojtótekercset milyen mértékben alkalmazhatjuk.

A fentebb részletesen ismertetett megállapítások és az az eredmény, hogy a kooperációt 220 kV helyett lényeges előnyei miatt 120 kV-tal kell kiépíteni, végleges alakban természetesen csak kb. 10 éves időszakra érvényes. Annak eldöntése, hogy a későbbiekben — már esetleg a harmadik öt éves tervben — szükség lesz-e nagyobb feszültségű kooperációs vagy állandó energiaátvitelt szolgáló vezetékrendszerre, a közeljövőben még nem kerülhet sor. Azt természetesen már ma is tudjuk, hogy nagy célokat követő terveződésünk eredményeképpen az ipari fejlődés a későbbiek folyamán is igen nagy mértékű lesz, azonban, hogy az energiafejlesztés és az energiafelhasználás helyei hogyan fognak alakulni, az egyelőre még nem ítéhető meg. Hasonlóképpen nem ismeretes

ma még sz sem, hogy az eddigieknél nagyobb mértékű villamosenergia behozattal számolni kell-e, milyen mértékben és honnan. Ugyanez vonatkozik arra az esetre, ha 1960 előtt, előre nem látott fejlődés következtében, az előadott feltételeken túlmenően, újabb követelmények jelentkeznenek.

A második 5 éves terv végéfé, vagy akkor, ha az említettekre konkrét adatok ismeretessé válnak, egy 120 kV-nál nagyobb feszültségű vezeték-hálózat létesítésének kérdését újra meg kell fontolni. Ekkor kell majd megvizsgálni, hogy a hálózat milyen feszültséggel létesüljön, figyelembe véve a további évek fejlődését is. Tekintetbe jöhet ugyanis 220 kV helyett pl. kb. 260 kV-os vezeték-hálózat, amely 40%-kal nagyobb teljesítőképességű, viszont földelt csillagpontja következtében szigetelt csillagpontú 220 kV-os hálózathoz szolgáló készülékekkel látható el. Ez a megoldás hasonló előnyöket biztosítana a 220 kV-tal szemben, mint ma a 120 kV a 100 kV-tal szemben. Még nagyobb fejlődés esetén azonban számításba jöhet esetleg ennél nagyobb feszültség is. A kérdés eldöntésénél természetesen a szomszédos baráti országokkal való kooperáció, illetve villamosenergia behozatal miatt ezekben az országokban akkor tervbevett feszültséget is figyelembe kell venni.

Bár mint említettük, valószínűleg a második ötéves terv végéfé a 120 kV-nál nagyobb feszültségű vezeték-hálózat kérdését újra meg kell vizsgálni, ez semmiképpen sem befolyásolja a második ötéves terv és a harmadik ötéves terv legalább egy részére vonatkozó, az elmondottakban foglalt megállapításokat. Az előadásban részletesen ismertetett gazdaságossági okok következtében a második ötéves tervben kiépítésre kerülő 120 kV-os kooperációs hálózat ugyanis még akkor sem válik feleslegessé, ha egy későbbi időpontban esetleg nagyobb feszültségű felsőhálózat létesül. Mivel ebben az esetben a most kooperációs vezetéknek kiépülő 120 kV-os távvezetékre — amelyre eddig már több 120 kV-os alállomás fog rákapcsolódni — akkor már mint elosztó vezetékre amúgyis szükség lesz, ezért azok mindenképpen kiépítendőek. A 120 kV-os kooperációs hálózatba beruházott költségek tehát semmiképpen sem mennek veszendőbe. Így az előadásban részletesen tárgyalt összes előnyök, amelyek a 220 kV-os hálózatnak a következő években való elhagyása által jelentkeznek, teljes mértékben kihasználhatók maradnak.

Megemlítendő, hogy az országos kooperációval kapcsolatban még meg kell oldani a meddő teljesítmény leggazdaságosabb szolgáltatását, a periódusszám szabályozását, a kooperációs védelmet. E kérdések vizsgálatát a Magyar Tudományos Akadémia programjára tűzte.

Készülékeink üzembiztonságát fokozva a fentiekben lefektetett elvek alapján, a jelen viszonyok mellett jól megépített 120 kV-os országos kooperációs hálózat, megfelelő erőmű teljesítőképesség esetén, számottevő zavaroktól gyakorlatilag mentes villamosenergiaszolgáltatást tesz lehetővé, amely állandóan növekvő anyagi és kulturális igényeink kielégítését szolgáló ipari fejlődésünket fogja biztosítani.

HOZZÁSZÓLÁS

VAJTA MIKLÓS

A Szendy kartárs részéről előadottak teljes mértékben megfelelnek azoknak az elgondolásoknak, amelyeknek alapján az országos hálózat tervezése folyik. Mégis van egy nem egészen jelentéktelen körülmény, amellyel az elmondottakat szeretném kiegészíteni.

Szendy kartárs említette, hogy a perspektívában a teljesítményigények és az erőműteljesítmények növekedésével és a külföldi kooperáció szoroságának, az átviendő teljesítménynek a bővülésével feltétlenül számolnunk kell avval, hogy a 120 kV-os hálózatunkra szuperponálnunk kell egy nagyobb feszültségű hálózatot.

Ennek a nagyobb feszültségű hálózatnak a gondolatával azonban már előbb is kell foglalkozunk. Előbb is kell már foglalkoznunk azoknak a lehetőségeknek, ha nem is egészen pontos és tervezésszerű, szabatos megállapításával — minthogy az ilyen tervezés részletes megoldásához szükséges adatok nem állnak rendelkezésünkre — de mégis becslésszerű és a jövő fejlődését számbavevő felmérésével, amelyek ebből a perspektívából adódnak. Nem szabad ugyanis elfelejtenünk, hogy ilyen hálózat kiépítésének leganyagigényesebb és emiatt egyben legköltségesebb elemét maga a távvezeték teszi. Ha arra gondolunk, hogy 150 km hosszú kooperációs távvezetékhez, ha két 120 kV vagy egy 220 kV vezetékét építünk, kb. 400—500 tonna alumínium- és ezzel arányos mennyiségű hengerelt vasanyagot kell felhasználnunk — ez a két legdöntőbb tényezője a távvezetéknek, — akkor lehetetlen figyelembe nem vennünk olyan vonalakon, ahol ennek távlati lehetősége megvan, azt a gondolatot, hogy a 120 kV-os vezetékét úgy építsük meg, hogy amint annak szüksége és lehetősége elkövetkezik, ezt a vezetékét két rendszerről egyrendszerű 220 kV-os vezetékre tudjuk átalakítani.

Ez ugyanis azt jelenti, hogy a 220 kV-os hálózatnak ilyen nyomvonalon az első eleme minden különösebb beruházási költség, minden további anyagköltség nélkül, kizárólag a kooperációs 220/120 kV-os transzformátorállomások létesítésével rendelkezésünkre áll. Ez különösképpen olyan vezetékeknél jön tekintetbe, amelyek nem a nyomvonal mentén fekvő fogyasztói energiaigények ellátását szolgáló vezetékek, amelyekről tehát 120/35 vagy 120/20 kV-os-leágazásokat nem kell készítenünk. Elsősorban azok a vezetékek ilyenek, amelyek kizárólag a körzeti kooperáció célját szolgálják, s amelyeknek mentén ilyen állomásokat vagy egyáltalán nem, vagy csak ritkán létesítünk, és ha létesítünk is, ezen állomásokhoz más 120 kV-os vezetékek is csatlakoznak. Ha ezt a kooperációs 120 kV-os vezetékét majd 220 kV-ra akarjuk átkapcsolni, akkor a közbülső transzformátorállomások egyéb 120 kV-os vezetékekről való táplálása biztosítható, mert hiszen azoknak a vezetékeknek nem kell kooperációs feladatot betölteniök, hanem csak ezeknek a fogyasztói állomásoknak táplálása a feladatuk.

Az ilyen vezetékek tervezésénél és létesítésénél tehát erre feltétlenül gondolni kell, mert nem számottevő költségtöbblettel és anyag többlettel, majd nem ugyanazzal az alumíniummennyiséggel, jóformán alig valamivel több vasanyaggal meg lehet ezt a kérdést oldani. Hogy ez megoldható, arra bizonyíték,

hogy az országban már épültek és épülnek ilyen vezetékek, ahol ezt a körülményt figyelembe vettük.

A külföldi kooperáció céljára későbbi időben szóba jöhető vezetékfeszültségekkel kapcsolatban Szendy kartárs említést tett 260 kV-ról. Meg kell mondanom, én ezzel a feszültséggel nem értek egyet. Az a gondolat, amely a 100 kV-ról 120 kV-ra való áttérésnél indokolt volt, nem alkalmazható egyértelműen a 220 kV esetében. A 220 kV ugyanis — az egy német rendszert kivéve — a világon mindenütt közvetlenül földelt, sőt hatásonként földelt csillagpontú rendszer. Ez a rendszer az, amelynél az egysarkú földrövidzárlat alkalmával az ép fázisoknak a földhöz viszonyított feszültsége a láncolt feszültség 80%-ánál nagyobbra nem emelkedik. Az ilyen rendszerrel a szigetelési szintkoordinálásban, a szigetelés biztonságban bizonyos megtakarítások eszközölhetők egyszerű kivittel és a német szabványtól eltekintve a külföldi szabványok döntő többsége figyelembeveszi a készülékeknel, transzformátoroknál ezt a körülményt, s úgy méretezi, hogy azok nem alkalmasak 220 kV-nál nagyobb feszültségre, akármilyen jó és akármilyen hatásonként földelést alkalmazunk is.

A következő feszültségfokozat, amely a 220 kV felett van, a nemzetközi szabványok szerint a 275 kV, majd a 380 kV. Ez a két feszültséglépcső áll rendelkezésünkre, s a gyakorlat azt mutatja, hogy a 220 és a 380 kV közötti fokozatot, a 275 kV-t Európában valószínűleg nem vezetik be. Általában az említett feszültségeket találjuk meg Európa-szerte. A Szovjetunióban például a nagy távolsági energiaátvitelre számított 400 kV kb. azonos a 380 kV-al. Svédországban a hálózat 380 kV-os feszültségre készült. Franciaországban és Németországban viszont számos olyan vezeték épül, amely ugyan 220 kV-on van üzemben — Svájcban is épülnek ilyen vezetékek — de ezek már úgy készülnek, hogy most ugyan csak 220 kV-al veszik üzembe, de a vezeték szükség esetén átalakítható és üzembevehető 380 kV-al.

Megítélésem szerint, ha a külföldi kooperáció méreteinek nőniök kell, amikor nagyobb teljesítményeknek, nagyobb távolságról való behozataláról lesz szó, vagy ha egyéb szempontokból a környező államok, vagy akár egy nagyobb térségű nemzetközi kooperáció hálózatába csatlakozunk, kizárólag a 380 kV jöhet tekintetbe, de valószínűleg úgy, hogy első lépésként a szomszéd államokban már meglévő és most kiépülő 220 kV-al jöjjenek üzembe. Az ilyen új kooperációs vezetékeket tehát úgy kell megépíteni, hogy azok 380 kV-ra átalakíthatók legyenek, de 220 kV-tal legyenek üzembevehetőek, mert hiszen egy 220 kV-os transzformátorállomásnak és készülékeinek költsége messzeemenően nem jelent olyan nagy problémát, mint a ma még alig-alig használt 380 kV-tal jelent.

Azt hiszem, ezzel a pár gondolattal, amivel Szendy kartárs előadását kiegészítettem, talán teljesebbé válik az a kép, amelyet országos hálózatunk most következő távlati fejlődése feladatként tűz elénk, s nekünk ezekkel a feladatokkal kell behatóan foglalkoznunk, hogy a problémákat megoldjuk.

ERŐMŰÉPÍTÉSI TERVÜNK ALAPVETŐ KÉRDÉSEIBŐL

HELLER LÁSZLÓ

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A helyes energiagazdálkodás egyik döntő alapfeltétele, hogy a kis hőfokon szükséges hőt fűtőművek adják, amivel lehetővé válik villamos energiának hulladékenergiaként való termelése. Az energiát kis hőfokon használó fogyasztók között viszont legfontosabbak a lakó és egyéb épületek, melyek a hőenergiát fűtési célra használják. Ezen felismerés következtében hazánkban mind nagyobb számban jelentkeznek rendkívül nagyméretű távfűtési kívánalmak, mikor is legtöbbször egész városok (régiek és újak) fűtését kell központilag ellátni. Ílymódon a fűtőerőművek száma, de főképpen jelentősége megnövekedvén, sürgős szüksége mutatkozik annak, hogy a fűtőerőmű leggazdaságosabb rendszerét megállapítsuk. A helyes megoldást illetően ugyanis különböző nézetek alakultak ki és így szüksége mutatkozik annak, hogy a számításba jöhető megoldásokat megvizsgálva megállapítsuk, melyik a leggazdaságosabb rendszer. Különösen az a szempont teszi szükségessé a legpontosabb vizsgálatot, mely szerint az épületek fűtési szükséglete csak az év egyik felében jelentkezik, aminek következtében vagy ezeket a most már igen jelentős beruházásokat az év egyik felében nem használjuk ki, vagy pedig gondoskodunk olyan megoldásról, mely a befektetéseknek egész éven át való kihasználását biztosítja. Ílymódon tehát két rendszert kell egymással szembeállítanunk. Az egyik a tiszta ellennyomásos, a másik pedig az elvételes-kondenzációs rendszer, illetve a későbbiek során ezeknek bizonyos kombinációi.

A tisztán ellennyomásos fűtőerőmű csak télen szolgáltat fűtőenergiát és csupán a fűtési szükségletnek megfelelően fejleszt villamosenergiát. Az elvételes-kondenzációs rendszer ugyanekkor egész éven át fejleszthet villamosenergiát. Télen, a fűtési energia szolgáltatása mellett némileg csökkentett mértékben, nyáron viszont maximális villamos teljesítőképessége erejéig.

Első pillanatra kézenfekvőnek látszik tehát, hogy az elvételes-kondenzációs rendszer a megfelelőbb, mivel ez az egyébként igen jelentős befektetéseknek egész éven át való hasznosítását lehetővé teszi. Amiért mégis szükségesnek mutatkozott a kérdés pontosabb vizsgálata, annak oka, hogy az elvételes-kondenzációs rendszer fentebbi előnye mellett a tisztán fűtőerőművel szemben sok és jelentős hátrányt mutat. Így mindenekelött: a tisztán fűtőerőmű termikusan jelenté-

kenyen jobb az elvételes-kondenzációs rendszernél. Az utóbbi években hazánkban kifejlesztett úgynevezett fűtőturbina ugyanis, a mindenkori fűtési hőszükséglet függvényeképpen változó ellennyomásával, fojtásos veszteségek nélkül termel ellennyomásos üzemben villamos energiát. Ugyanakkor az elvételes-kondenzációs gépek kettős, állandó fojtási veszteséggel járnak, melyek közül az egyik fojtásos veszteség magánál az elvételi szabályozónál, a másik pedig a hőcserélők szabályozásánál jelentkezik. Ez a veszteség számításaink szerint abban mutatkozik, hogy az elvételes-kondenzációs gépből fűtési célra elvett hőmennyiség kerekén 20%-kal fejleszt kevesebb villamosenergiát tiszta ellennyomásos rendszerben, mint a fűtőturbina.

Másik jelentős hátránya az elvételes-kondenzációs rendszernek, hogy annak telepítési helyét a hőenergiát igénylő fogyasztók szabják meg és így általában nem kerül olyan helyre, ahol a villamosenergia fejlesztése egyébként legkedvezőbb lenne. Így tehát a kondenzációban termelt villamosenergia fejlesztéséhez szükséges tüzelőanyagot és hűtővizet esetleg nagy távolságból kell odaszállítani, fennforogván annak a lehetősége is, hogy ugyanekkor a fejlesztett villamosenergiát a körzetében fekvő fogyasztók felvenni nem tudják és így az utóbbit megint csak jelentős szállítási költségek terhelik. Hozzájárul végül fentiekhez az is, hogy a kedvezőtlen telepítést nem tekintve, ilyen erőmű a kondenzációban termelt villamosenergiát rosszabb hatásokkal termeli, mint egy közhasznú erőmű, részben a szabályozási veszteségekből eredően, részben pedig abból kifolyóan, hogy egy ilyen gépezet teljesítménye — és azzal határfoka is — lényegesen kisebb a közhasznú erőművekben alkalmazott gépekénél.

Mindezen hátrányokkal szemben természetesen jelentős előnye az elvételes-kondenzációs rendszernek, hogy egész éven át szolgáltathat villamosenergiát és így feltétlenül nagyobb értéke van az országos együttműködő hálózat számára, mint a csupán télen működő fűtőerőműnek.

Mint látjuk, mindkét rendszernek vannak jelentős előnyei és hátrányai és így a leggazdaságosabb megoldás megkeresése céljából számszerűen és teljes pontossággal kell megvizsgálnunk az egyes előnyök, illetve hátrányok kihatásait mindkét rendszernél. Vizsgálataink során a két alaprendszeren belül megvizsgáltuk az olyan számításba jövő kombinációkat is, melyek anélkül, hogy a rendszer alapelvét érintenék, annak egyes hátrányait eltüntetik vagy csökkentik.

Számításainkat példaképpen a Miskolc város részére tervbevett távfűtésre vonatkozóan végeztük el. Miskolc város központi fűtési energiával való ellátásának kérdése ugyanis felveti a szóbanforgó problémát és így a tanulmányunkban kapott számértékek erre az esetre nézve konkrét eredményeket adnak. A rendelkezésünkre bocsátott kiinduló adatok szerint Miskolc város távfűtési hőszükséglete, —15 C° külső hőmérsékleten, $220 \cdot 10^6$ kcal/ó és a vonatkozó hőmérsékletgyakoróság diagramm alapján, +20 C° belső hőmérsékletet figyelembe véve, az évi fűtési hőigény $523 \cdot 10^9$ kcal.

Tanulmányunkban tehát azt vizsgáltuk, hogy a fenti konkrét fűtési hő-energiagigény kielégítésére melyik rendszer nyújtja népgazdasági szempontból a leggazdaságosabb megoldást. Számításaink során nyolc változatot vizsgáltunk meg és hasonlítottunk össze. (Lásd 1. mellékletet.)

Az 1. változat kiindulási alapként azt a kezdetleges megoldást tartalmazza, amikor fűtőerőmű helyett csupán fűtőművet létesítünk, amelyben tehát a fűtővíz felmelegítésére szolgáló gőzmennyiséget kisnyomású kazánokban termeljük és így hulladékenergiaként villamosenergiát nem kapunk. Mivel a hőmérséklet-gyakorisági-diagramm alapján minden további nélkül megállapítható, hogy a hidegebb fűtési napok gyakorisága rendkívül csekély, szükségesnek mutatkozott olyan gazdaságossági számítás elvégzése, amely megállapítja, hogy a maximális fűtési hőigény mely részét érdemes jó hatásfokú berendezésekkel és melyet már csak olcsó és rosszabb hatásfokú egységekkel kielégíteni. Számításainkkal megállapítottuk, hogy a keresett érték a maximális fűtési hőigénynek cca 60%-ánál van.

Ennek megfelelően az 1. vázlatot tehát úgy szerkesztettük, hogy a kazán-telepnek a maximális hőigény 60%-át teljesítő részét a jó hatásfokú kazánokkal, míg a fennmaradó 40% teljesítőképességet rendkívül egyszerű, olcsó és ennek megfelelően természetesen rosszabb hatásfokú kazánokkal elégítjük ki. Ilyen rossz hatásfokú egységekre nézve természetesen számításba jöhetnek meglévő régi, elavult kazánok, amelyeket máshonnan telepíthetünk át a fűtőműbe, de szükség esetén, ha ilyenekkel már nem rendelkezünk, célszerűnek tartjuk ilyen egységeknél akár újonnan való gyártását is. Ez tehát azt jelentené, hogy az ilyen kazánok segédfelületek (tápvízfelmelegítő és léghevítő) és a jó hatásfokot elősegítő részek nélkül, tehát jelentékenyen kisebb befektetési költségekkel épüljenek. Ez a megoldás nyilvánvalóan a legkisebb befektetési költségeket, de egyszersmind a legnagyobb évi üzemköltséget eredményező változat.

A következő változatot a 2/a vázlat mutatja. Ebben a vázlatban az elvételes-kondenzációs rendszerű fűtőerőművet úgy építjük fel, hogy a maximális fűtőigény kielégítésére szolgáló gőzmennyiséget nagy nyomású kazántelep termeli. Ez a kazántelep termeli még azt a gőzmennyiséget is, amelyet az elvételes kondenzációs turbina kondenzátorába mindenképen le kell még eresztetni. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a mindenkori fűtési hőigény kielégítésén felül még rendelkezésre álló gőzteljesítőképességet bármikor teljes mértékben kihasználhassuk villamosenergiának kondenzációs rendszerben való fejlesztésére. A hővázlat alatti diagramm feltünteti az erőmű teljesítményének változását az idő függvényében, külön ebből azt a teljesítményrészt, amit a hőszolgáltatásra fordított gőzből — tehát gyakorlatilag tisztán ellennyomásos üzemben — kapunk. A balról-jobbra lefelé sűrűn vonalkázott terület az év folyamán tiszta ellennyomásban termelt energiát mutatja. A balról-jobbra felfelé sűrűn vonalkázott terület pedig azt az energiát mutatja, amit az elvételes kondenzá-

ciós gépekben a kondenzátorba mindenképen leeresztendő minimális gőzmenyiség expanziójából kapunk. A ritkán vonalkázott terület az erőműben maximálisan fejleszthető villamosenergiát ábrázolja, melyben a háromszögalakú üres rész a fűtési csúcsidőben kimaradó kondenzációs teljesítményt, a derékszögű hatszögű üres rész pedig a karbantartások miatt kimaradó energiát jelzi. A sűrűn vonalkázott kör alakú terület végül azt az energiamennyiséget mutatja, amit az erőmű mint tartalék-erőmű szolgáltatna akkor, ha mint ilyen naponta csupán $\frac{1}{7}$ napon lenne üzemben. A miskolci fűtőerőmű esetében ugyanis a szénnek, víznek, valamint a villamosenergiának szállítási költségei miatt ilyen erőműnek ennél hosszabb időn át való üzeme számításaink szerint nem látszik gazdaságosnak. Számításaink során a későbbiekben bemutatjuk a gazdaságosság változását hosszabb idejű üzem esetére is. (Lásd 6. mellékletet.)

A példa szerinti 125 MW maximális teljesítőképesség mellett az egy-pontos eredményvonal mutatja az eddigi gyakorlat szerint adódó értékelhető teljesítőképességet, amely értéket egyszerűen úgy kapjuk, hogy a teljes vonalkázott terület értékét a közhasznú erőművek évi üzemkészségi óraszámával (számításainkban 7600) osztjuk. A kétpontos eredményvonal részünkről javasolt újabb értékelési módszer alapján adódó értéket mutatja, mely módszerre a későbbiek során még részletesen visszatérünk.

A példaszerinti esetben tehát az eddigi gyakorlat szerint adódó értékelhető teljesítmény 114 MW lenne. Ily módon tehát az 1. változattal szemben ennél a változatnál még 114 MW-ra értékelhető villamosteljesítményt is kapunk. A helyes összehasonlítás végett természetesen minden változatot azonos alapra kell hoznunk és így azokat a változatokat, amelyeknél a kinyerhető villamos teljesítőképesség kisebb, mindenkor megfelelő »hiányerőművek« kell kiegészítenünk, felvévén az utóbbinak megfelelő állandó és változó költségeit. Lényegében tehát a feladatot úgy fogalmazzuk, hogy a népgazdaságnak az előzőkben megadott fűtési hőigény kielégítése mellett még 114 MW villamos teljesítőképességre is szüksége van és így minden változatnak ezt a kettős igényt kell kielégítenie. (A 2/a változatnál adódó 114 MW értéket azért vesszük alapként figyelembe, mivel ennél a változatnál adódik az ilyirányú legnagyobb érték.)

A 2/b változat lényegében azonos a 2/a alatti változattal, azzal a különbséggel, hogy itt lemondunk a nyári időszakban termelhető többletteljesítményről (tehát a kazánkapacitásnak mindenkor teljes kihasználásáról) és a gépek teljesítőképességét a téli időszakban adódó optimális (-1 C° külső hőmérsékletnél) értéknek megfelelően szabjuk meg.

A 3/a változat szerint a kazántelep teljesítőképességét az 1. változathoz hasonlóan megosztjuk és a csúcs-, illetve tartalékteljesítményekre olcsó, kisméretű kazánokat használunk és csak a fennmaradó részt építjük nagynyomású és jóhatásfokú egységekkel. A nagynyomású rész felépítése azután teljesen azonos a 2/a változatban ismertetett rendszerrel, azaz a gépi berendezést

úgy méretezzük, hogy a nagynyomású kazánok teljesítőképességét kondenzációs energia termelésére mindenkor teljes mértékben hasznosítani tudjuk.

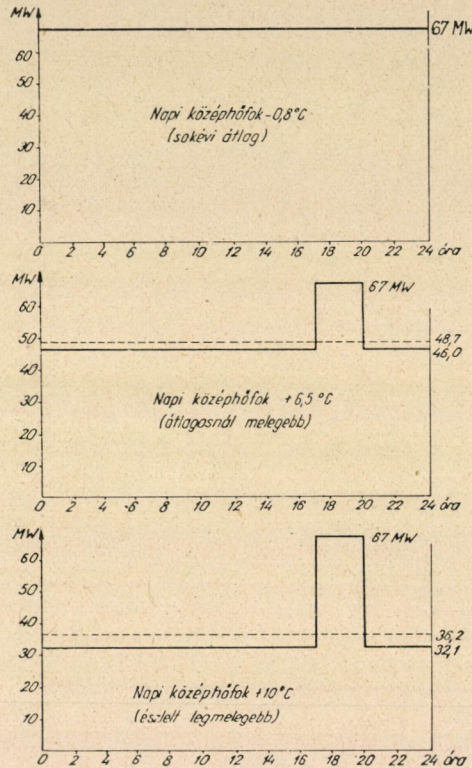
A 3/b változat oly módosulata a 3/a változatnak, mint a 2/b a 2/a változatnak. Itt tehát a nyári időszakban rendelkezésre álló kazán-teljesítőképességet nem használjuk ki és a gépeket a téli időszaknak megfelelő optimális teljesítőképességre építjük.

A 4/a változat a tiszta ellennyomások fűtőerőművet veszi figyelembe, mikor is tehát mindenkor annyi villamosenergiát fejlesztünk hulladékenergiaként, amennyit a fűtési célra felhasznált gőzmennyiség expanziós munkájából az ellennyomások turbinában kapunk. Az ellennyomások gépet a hazánkban a legutóbbi időben kifejlesztett úgynevezett »fűtőturbina« rendszerben készítjük. A fűtőturbina lényegében olyan csapolásos-ellennyomások turbina, melynél a friss gőz beeresztőszelképét a fűtővíz hőmérsékletéről kapott impulzus szabályozza. Ily módon a turbina ellennyomása, valamint a csapolási hely (esetleg helyek) nyomása mindig a hőszükségletnek megfelelően változik, ami a hulladékenergiaként termelhető villamosenergiának maximális mértékben való fejlesztését biztosítja, avval, hogy a fűtési hőigény csökkenésekor az ellennyomások és a csapolási hely nyomása is megfelelően csökken. Ennek eredményeképpen a hőesések és ezzel a termelhető munka is megnövekszik. A fűtőturbinának fent vázolt tulajdonságaiból adódik, hogy az itt termelhető ellennyomások energia, azonos fűtési hőigény mellett, az előző változatok $209 \cdot 10^6$ kWó értékéről $252 \cdot 10^6$ kWó értékre növekszik. A kazánteleg teljesítőképességének felosztása egyébként ugyanaz, mint a 3-as változatoknál.

A teljesítmény-diagrammban feltüntetett értékek a meteorológiai feljegyzésekből adódó, 50%-os valószínűségi külső levegő-hőmérséklet értékekre vonatkoznak. Miután a valóságos értékek ezen statisztikai valószínűségtől eltérhetnek, szükségesnek mutatkozik olyan rendszernek bevezetése, amely lehetővé teszi, hogy az 50%-os valószínűségi értékektől való szélsőséges eltérés esetén is, az erőmű csúcsidőben is tudja szolgáltatni az előírányzott teljesítményt. Ez a rendszer: a tárolásos fűtés alkalmazása. (2. ábra.) Ha ugyanis a villamos csúcsidőben némileg túlfűtünk, majd a nap többi részében, a fűtési energiát megfelelően csökkentve, felhasználjuk a fűtési rendszerben (fűtővíz, falak, berendezési tárgyak, stb.) ily módon tárolt energiát, akkor biztosíthatjuk a csúcsidőben való villamosenergia szolgáltatás értékét az 50 százalékostól akár szélsőségesen eltérő külső hőmérséklet esetén is. Ugyanakkor a helyiségekben mutatózó két szélső érték közötti hőmérsékletingadozás a 2 C° értéket nem haladja meg. Ezt a rendszert vettük egyébként figyelembe az elvételes-kondenzációs erőműveknél is, csupán fordított előjellel. Ott ugyanis a villamos csúcsidőben kell csökkenteni a fűtési energiaszolgáltatást a nagyobb villamos teljesítmény elérése végett és a szükséges hőtárolást viszont a csúcsidőn kívüli időszakban kell eszközölni. A diagramhoz még megjegyzendő, hogy a kis háromszög alakú hiányterület onnan ered, hogy a fűtési csúcsidőben a turbina

teljesítménye csökken, amennyiben a maximális gőznyelés elérése után a visszatérő fűtővíz emelkedő hőmérséklete következtében a turbinateljesítmény fokozatosan csökken.

Mint a diagrammból látható, a 68 MW maximális teljesítőképesség mellett az erőműnek a szokványos módon értékelt teljesítőképessége mindössze 33 MW. Bár ez a részünkről javasolt és a későbbiekben ismertetett értékelési módszer-

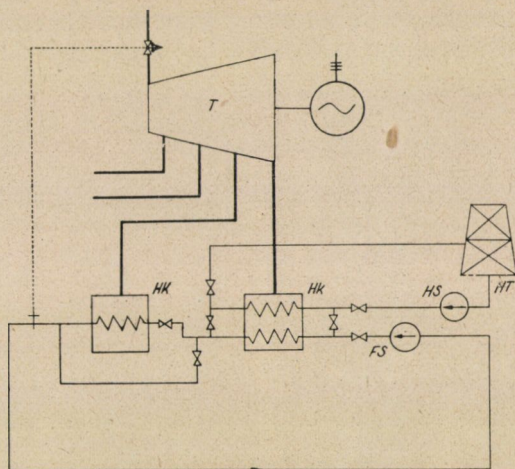


2. ábra

nek megfelelően 44,5 MW értékre emelkedik, nyilvánvaló, hogy ez a rendszer az értékelhető teljesítmény szempontjából hátrányos.

Ezen hátrány csökkentését célozza a 4/b változat. Ennél a változatnál a fűtőturbina kondenzátorait (a fűtővízmelegítőket) úgy képezzük ki, hogy azokon keresztül a fűtővízen kívül egyidejűleg bizonyos mennyiségű hűtővizet is keresztülnyomhatunk, ami lehetővé teszi, hogy a kisebb fűtési terhelések idején a turbinát csúcsidőben, szükség esetén, nagyobb teljesítménnyel járathatjuk. A diagrammban ritkán vonalkázott terület mutatja az ily módon elérhető teljesítménynövekedést. Ez az intézkedés aránylag rendkívül csekély többletbefektetéssel lehetővé teszi az értékelhető

teljesítménynek kerekén 15%-kal való megnövelését. Mint a diagrammból kitűnik, az erőmű +12 C° külső hőmérsékletnél is át tudja adni maximális teljesítményének 83%-át. Természetesen megvan a lehetősége annak is, hogy a segédkondenzációval akár a legmelegebb fűtési napon is az erőmű 100%-os teljesítményt is szolgáltatson, ez azonban a turbina-konstrukciónál némi — ha nem is túlzott — komplikációt okozhat, amiért a példa szerinti esetben erre nem tekintettünk. (A segédkondenzáció részletes kapcsolását a 3. ábra tartalmazza.)



FS = Fűtővíz-szivattyú
 HK = Hőcserélő
 HS = Hűtővíz-szivattyú
 HT = Hűtőtorony
 T = Turbina

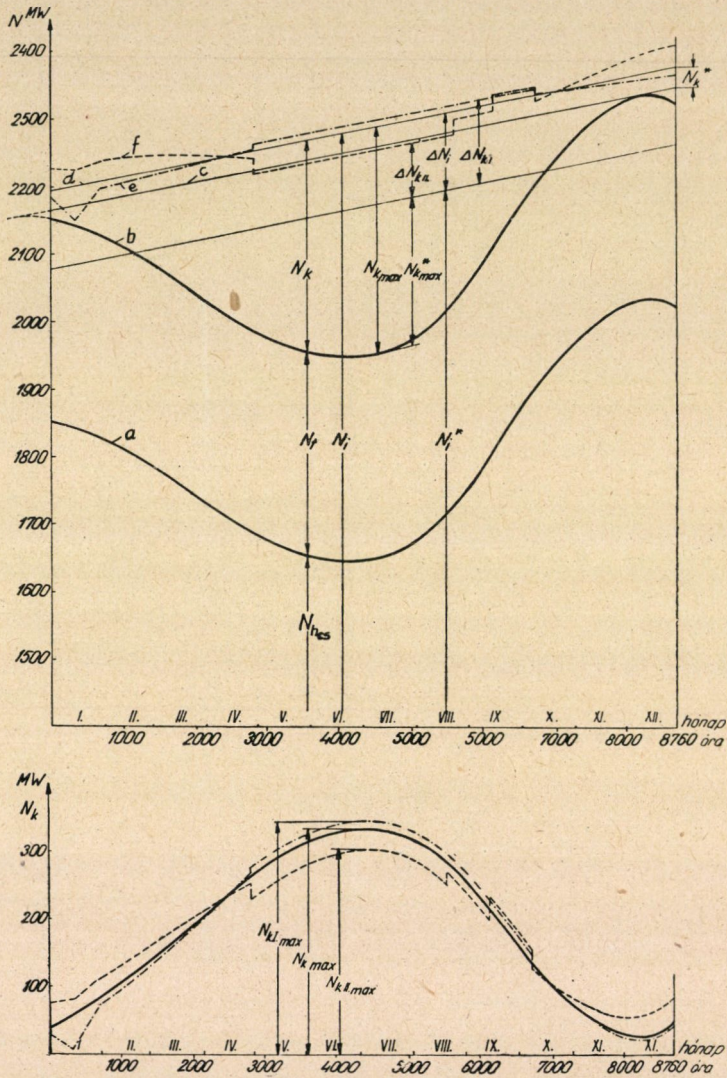
——— Gőzvezeték
 - - - - - Vízvezeték
 Impulzusvezeték

3. ábra

A 4/b változatban alkalmazott segédkondenzáció természetesen megoldható úgy is, hogy az erőmű a nyári időszakban is teljes teljesítmőképességével rendelkezésre álljon. Ezt a 4/c változat mutatja. Ebben az esetben az erőmű értékelhető teljesítmőképessége rendkívüli mértékben megnő és alig 3%-kal marad a maximális érték alatt. A fűtőerőműnek ezen változat szerinti kiépítése hasonlíthatatlanul nagyobb többletköltséget jelent a 4/a változattal szemben, mint a 4/b változat esetén. Itt ugyanis a hűtővíz-szerzés, tisztítás és visszahűtés költségei már jelentős értéket adnak, amíg a 4/b változatnál a vízszerezés megoldható például néhány kúttal is, amelyeknek egész napi vízhozamát megfelelő medence tárolhatja a csúcsidőre.

Az előzőekben ismertetett változatok befektetési, valamint állandó és mozgó üzemköltségei összehasonlításának kell eldöntenie, hogy melyik a leg gazdaságosabb közöttük. Természetesen valamennyi változatnál figyelembe kell venni az ahhoz tartozó »hiányerőmű« befektetési- és üzemköltségeit is.

De éppen a »hiányerőmű« nagyságának megállapítására döntő befolyással van az értékelhető teljesítőképesség nagysága és ezért ennek az értéknek meghatározására rendkívül nagy gondot kell fordítanunk. Megítélésünk szerint az



4. ábra

eddig alkalmazott módszer nincs tekintettel minden körülményre s ezért olyan javaslatot dolgoztunk ki, mely lehetővé teszi a rendszerek reális megítélését és egymásközötti összehasonlítását.

A 4. ábra tartalmazza az együttműködő rendszer teljesítőképesség-igényének változását az év folyamán. Az *a* görbe a heti csúcsteljesítmények

(N_{hes}) burkológörbéje az év során, melynek legkisebb értéke a nyári időszakra, a legnagyobb értéke pedig az év végére esik, mely utóbbi érték már a szóbanforgó év alatti fogyasztói igénynövekedést is tartalmazza. Az ezzel párhuzamosan haladó b görbe a rendszer álló és forgó tartalékával megnövelt teljesítőképesség-igényt ($N_{hes} + N_i$) ábrázolja. A fogyasztói igényt és a biztonsági tartalék-szükségletet kielégítő teljesítőképességnek, az év folyamán egyenletesnek feltételezett változását a c egyenes tünteti fel. Kedvező esetben a b görbe és a c egyenes bezárta terület elegendő lenne a karbantartások lebonyolításához, azaz a két vonal közötti függőleges metszék adná az egyes időpontokban éppen karbantartott teljesítőképességet. A gyakorlat szerint azonban ez a terület a karbantartási munkálatok elvégzéséhez jelenleg nem elegendő és az így felvázolt együttműködő rendszer üzeméhez az N_i összeteljesítőképesség — melynek változását az év során az a -vonal jelzi — szükséges. Tételezzük fel példánkban, hogy N_i teljesítőképesség már elhatározott, csupán a még hiányzó ΔN_i teljesítőképesség rendszerének eldöntése képezi feladatunkat. Ez a ΔN_i érték az a teljesítőképesség, amelyet a feldolgozott vázlatok a hozzájuk tartozó hiányerőművel valamennyien fedezni tudnak. A két szélső változatot egymással szembeállítva, az e görbe (eredményvonallal kihúzva) a $2/a$, az f görbe pedig (vastag szaggatott vonallal kihúzva) a $4/a$ változatnál adódó teljesítőképesség-változást mutatja. Mint a diagrammból kitűnik, a ΔN_i teljesítőképességgel csökkentett rendszer maximális karbantartás alatti teljesítőképességét az $N_{k\max}^*$ érték adja és ez a maximális karbantartás alatti teljesítőképesség a $2/a$ változatban ΔN_{kI} a $4/a$ változatban pedig ΔN_{kII} értékkel növekszik. A diagrammból minden további nélkül kitűnik, hogy a $4/a$ változat megvalósításakor a rendszerben karbantartás alatti teljesítmény maximális értéke ($\Delta N_{kI} - \Delta N_{kII}$) értékkel kisebb, mint a $2/a$ alatti változat, vagyis az elvételes-kondenzációs rendszerek esetén.

Ezt a körülményt, amely a görbék jellegéből minden további nélkül következik, nem méltatták eddig figyelemre, hanem mindig csak a d vonal szerint alakuló változást követték. Ez azonban helytelen, mert ily módon a téli időszakban rendelkezésre álló teljesítőképességnek egyik jelentős előnyét hanyagoltuk el. Ez az előny az, hogy ha az év során egyidejűleg karbantartásra kerülő teljesítőképességek maximális értékét megállapítottuk, úgy a rendszer karbantartó kapacitását erre az értékre kell méretezni, ez pedig megszabja a karbantartó vállalat, illetve vállalatoknak mind a szükséges berendezéseket, mind a szükséges személyzetet illető kapacitását. Egyszerűen a karbantartás állandó költségeit. Ha most már a karbantartás költségeit állandó és változó tényezőkre bontjuk, úgy nyilvánvaló, hogy MW-napokban kifejezett azonos karbantartási munka esetén, azonos változó költségek mellett a fűtőturbinás megoldásnál a karbantartási költségek állandó része kisebb lesz, mint az elvételes-kondenzációs rendszer megvalósításakor.

Ennek az előnynek számszerű értékelése a következőképen történhet: Tapasztalatból ismeretesek azok a költségek, amelyek 1 MW teljesítmény karban-

tartására esnek. Ha ezt a fajlagos költséget "A" [Ft/MW, év] értékkel vesszük figyelembe, úgy a teljes együttműködő rendszer évi karbantartási költségei N_i összteljesítőképesség esetén

$$N_i \cdot A \text{ Ft}$$

összegre rúgnak. (A számítások során az év közepén mutatkozó N_i értéket vettük figyelembe.) Jelöljük most az állandó költségek hányadát "y" százalékkal úgy az évi karbantartási költségek állandó része

$$\frac{N_i \cdot A \cdot y}{100} \text{ Ft}$$

lesz.

Ez az állandó költségrész viszont az egyidejűleg mutatkozó maximális karbantartott teljesítőképességre ($N_{k \max}$) vonatkoztatandó és így végül az 1 MW karbantartási-teljesítőképességre vonatkoztatott állandó költség

$$\frac{N_i \cdot A \cdot y}{100 \cdot N_{k \max}}$$

lesz.

Ennek az értéknek ismeretében a példaképen megvizsgált 2/a és 4/a változatok között adódó megtakarítás értékét az

$$\frac{N_i \cdot A \cdot y}{100 \cdot N_{k \max}} \cdot (\Delta N_{kI} - \Delta N_{kII}) \text{ Ft év}$$

összeg adja. Ezt az összeget kell a variánsok összehasonlítására szolgáló számításoknál mindenkor figyelembe venni.

A technika fejlődésével természetesen a csupán téli időszakban működő erőművek értékelhető teljesítőképessége még kedvezőbben fog alakulni. Az erőművi berendezések menetidejének fejlődésadta hosszabbodása, valamint a karbantartási munkálatok fejlődése ugyanis nemcsak azt fogja eredményezni, hogy az N_k^* érték nullára fog zsugorodni, hanem az ily módon felső határként előlépő »« vonal a nyári időszakban lefelé görbülő irányt fog mutatni, ami azt jelenti, hogy valamely, a nyári időszakban jelentkező plusz-teljesítőképesség nem bír majd értékkel.

A karbantartásnak fent vázolt egyenletesebbé tétele még további kimutatható előnyökkel jár. Az együttműködő rendszer biztonsági tartalékigényét az erőművi berendezések jósági foka szabja meg. Ez a jósági fok a jelenlegi egyenlőtlen karbantartási program mellett az év folyamán erősen változik és nyilvánvalóan a nyári nagy karbantartási időszak kezdetén éri el legrosszabb értékét. Ebben az időpontban rendelkezik ugyanis az együttműködő rendszer

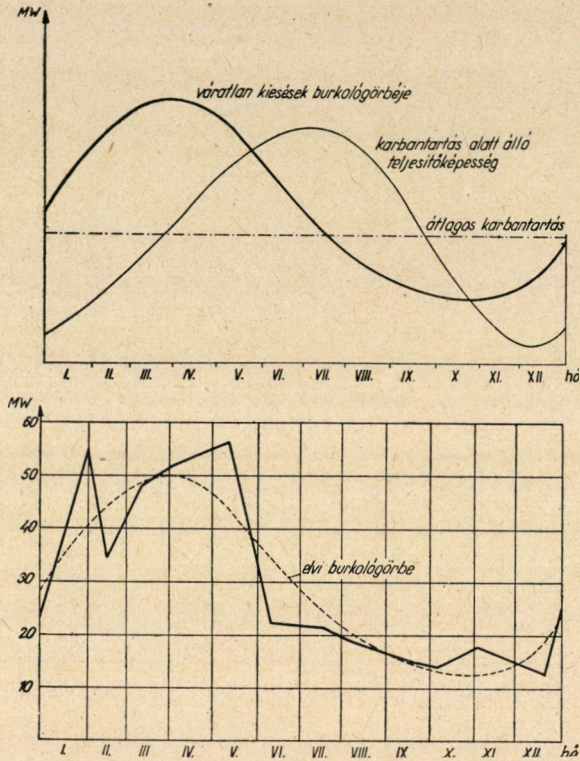
a legnagyobb számú már feltétlenül karbantartásra szoruló egységgel. Ha tehát a jósági fok változásának figyelembevételével a valószínűség-számítás szerint adódó váratlanul kieső teljesítményeket felrajzoljuk, úgy az a nyári időszak elején erősen kipúposodó görbét eredményez (5. ábra) Érdekes módon ezt a feltételezést a gyakorlat teljes mértékben igazolja, mivel az Országos Teherelosztó feljegyzései szerint a váratlanul kimaradó teljesítőképességek változása teljesen az előbbieknak megfelelő képet ad. Az Országos Teherelosztó erre vonatkozó adatait az 5. ábra alsó része tartalmazza, mely az 1950. évi adatokat tünteti fel.

Nyilvánvaló, hogy a karbantartási munkálatoknak egyenletessé tétele szükségyszerűen megszünteti az itt mutatkozó aszimetriát, mivel a jósági fokok az egyenletes karbantartás következtében az egész évre vonatkozóan állandósulni fognak. Miután pedig a biztonsági tartalékot az 5. ábrában foglalt maximális értéket figyelembe véve kell megállapítani, ennek a maximális értéknek csökkenése a beépítendő teljesítőképességek csökkentését teszi lehetővé. (Tekintve, hogy még további statisztikai adatok gyűjtése van folyamatban, nem vártuk meg a pontos számítást, hanem a változatok összehasonlításánál a biztonsági tartaléknak a 12%-os értékről mindössze 11%-ra való csökkenését vettük figyelembe a karbantartási program teljes egyenletessé tétele esetére. Tekintve, hogy ez a körülmény a példaképpen megvizsgált miskolci fűtőerőművel kapcsolatban számolt plusz-teljesítőképességnek mintegy hatszoros értékénél fog csak bekövetkezni, jelen számításainknál a 12% biztonsági tartaléknak mindössze 0,16%-kal való csökkenésével számoltunk.)

A 6. ábra tartalmazza végül a példánkra vonatkozó részletes gazdaságossági számítások számszerű eredményeit.

A diagramm az 1 változat (villamosenergia-termelés nélküli fűtés) költségeivel szemben hasonlítja össze a többi változatok összköltségeit. Ennek megfelelően az 1. variáns költségeivel szemben mutatkozó megtakarítások értékeit pozitív, az azzal szemben mutatkozó többletköltségek értékeit viszont negatív értéként tüntetjük fel. A diagramm egyébként a megtakarítások, illetve többletköltségek értékeit a közhasznú erőművekkel szemben mutatkozó arányossági tényező (β) függvényében ábrázolja. Ezt az arányossági tényezőt a tüzelőanyag, a hűtővíz, valamint a fejlesztett villamosenergia szállítási költségeiből képezzük. Így például, ha a fajlagos hűtővízköltség, valamint a fejlesztett villamosenergia szállításának költsége valamely esetben mind a fűtőerőműben, mind a közhasznú erőműben azonosak, úgy a β -érték a fűtőérték-egységre vonatkoztatott tüzelőanyag költségeknek hányadosa, amikor is a számiálóban a fűtőerőműnek, a nevezőben pedig a közhasznú erőműnek megfelelő érték van. A diagrammokban az elvételes-kondenzációs változatokra vonatkozó értékek alulról nézve domború görbéket adnak, ami első pillanatra helytelennek látszik, mivel a változásoknak nyilvánvalóan lineárisoknak kell lenniük. Ennek az eltérésnek az oka abban leli magyarázatát, hogy a görbék

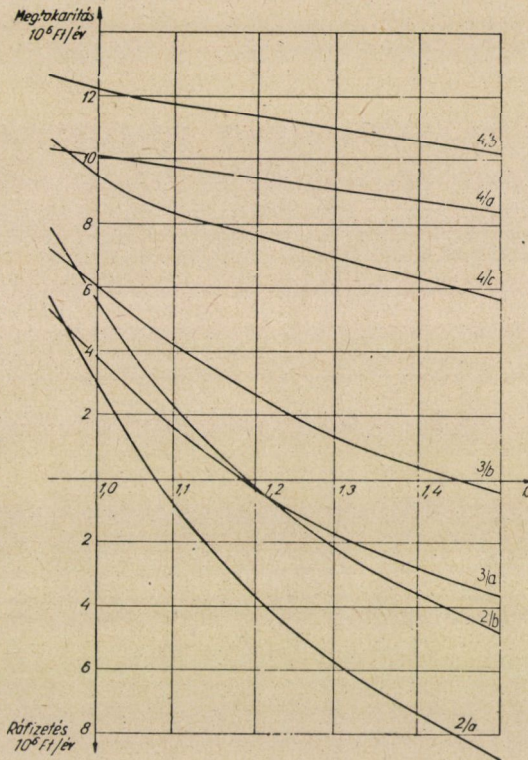
egyek pontjait a napi üzemidőt tekintve változó értékek mellett kaptuk. A helyes megítéléshez tartozik ugyanis, hogy a fűtőerőműveket annak függvényében vesszük többé vagy kevésbé igénybe villamosenergia fejlesztésére, amely



5. ábra

mértékben az energiafejlesztés költségei a közhasznú erőművek költségeihez közelednek vagy távolodnak. Így például $\beta = 1,33$ értékénél $1/7$ nap/nap üzemidőt irányoztunk elő, amely fokozatosan $1/1$ nap/nap értékre növekszik $\beta = 1$ értékénél. Nyilvánvaló ugyanis, hogy azonos fejlesztési költségek mellett a fűtőerőmű már nem mint csúcstartalék veendő igénybe, hanem az teljes napon át üzemben van. A görbe közbenső pontjait az $1/7$ nap/nap értékről az $1/1$ nap/nap értékre való fokozatos átmenettel számítottuk. Ennek megfelelően $\beta = 1,33$ értékénél a görbékhez húzott érintő azt a változást mutatja, amely akkor mutatkoznék, ha a β -érték változásától függetlenül az erőmű állandóan $1/7$ nap/nap üzemidőben működne, míg a $\beta = 1$ értékénél húzott érintő az állandó üzemre vonatkozó változást adja. Abban a rendkívüli esetben, ha a β -érték 1 alá esnék (ha tehát a szénnek a fűtőerőműnél adódó ára például kisebb lenne, mint a közhasznú erőműé), úgy a diagramnak az ordináta-tengelytől balra eső része az egyes görbékhez a $\beta = 1$ pontban húzott érintőkből állana.

A 4/a változat összköltségeinek változása az előbb elmondottak értelmében tehát már lineáris, miután itt közhasznú erőművel való összehasonlítás nincs. A lineáris összefüggésnek a vízszintestől való eltérése viszont abban leli magyarázatát, hogy a tisztán ellennyomásban (1200 kcal/kWó tüzelőanyag felhasználással) fejlesztett villamosenergia közhasznú erőművel szemben mutat-



6. ábra

kozó szénmegatakarításának forint értéke, a fűtőerőműben jelentkező mind nagyobb szénár esetén természetesen csökkenni fog.

A 4/b és 4/c változatoknál az összköltségek változása csaknem lineáris, az ettől való enyhe eltérést ugyanazok a tényezők okozzák, mint az elvételes kondenzációs rendszernél. Ezeknél a változatoknál ugyanis az ellennyomásban termelt kWórákon felüli kondenzációs igénybevételnek üzemideje ugyancsak a β -érték függvénye.

A fűtőturbínás megoldásnak még sok olyan kisebb javítási lehetősége van, amelyek ugyan tovább növelik ezen változatok gazdaságosságát, de amelyeket az 1. mellékletben feltüntetett eredmények még nem tartalmaznak.

Végül megemlítjük, hogy valamennyi változatnál természetesen azonos kezdeti gőzjellemzőkkel számoltunk és ezen értékeket a 2/a változatnak megfelelően 105 ata és 510 C° mint az ezen megoldásra gyakorlatilag kialakult legjobb értékkel vettük figyelembe. Miután számításaink eredményeképpen a 4/b változat mutatkozik leggazdaságosabbnak, természetes, hogy ezen változatnál a kis kihasználási óraszámnak megfelelően, kezdeti gőzjellemzőként kisebb nyomás- és hőfokértékek fognak adódni, ami ezen változat gazdaságosságának további növelését vonja maga után.

Összefoglalva az előbb elmondottakat, megállapíthatjuk, hogy a példa szerint tárgyalt miskolci távfűtés esetében a legmegfelelőbb fűtőerőmű rendszerként a 4/b változat szerinti megoldás adódik. Ez a változat szükségkondenzációval ellátott tiszta ellennyomásos rendszer, mely nem teszi ugyan lehetővé az erőműnek a fűtési idényen kívüli időszakban való üzemét, biztosítja azonban annak a fűtési idényben való mindenkor teljes kihasználhatóságát villamosenergia fejlesztésére. Ez a megoldás az első pillanatra azt a hátrányt látszik mutatni, hogy a beruházásokat nem használjuk ki teljes mértékben, hanem csupán az év felében. Ez a hátrány azonban csak látszólagos. A gazdasági számítás eredményei ugyanis azt mutatják, hogy amennyiben olyan változatot választunk, amely biztosítja ugyan az egész éven át való üzemet ezen a helyen, úgy ez utóbbi változatnak ezen előnye mellett olyan egyéb hátrányai vannak (szén és víz odaszállítása, villamosenergia elszállítása), amelyek végül is nagyobb súllyal esnek latba népgazdasági szempontból, mint az állandó üzem előnye.

HOZZÁSZÓLÁSOK

KLOPFER JENŐ

Lévai András és dr. Heller László elhangzott előadásaikban a váltakozó teljesítőképességű erőművek értékelési lehetőségeit különböző szempontokból világítják meg. Ezen túlmenően mindkét előadásnak az a célja, hogy az energiazgazdálkodás kérdéseivel foglalkozó szakemberek között vitát indítson el, amelynek azt kell eredményeznie, hogy a beruházásokat eldönteni hivatott hatóságok, valamint az erőműveket tervező intézetek az erőműépítés terén a jövőben követhető elvi szempontokat tisztán lássák és ezekhez alkalmazkodni tudjanak.

Azok a szakemberek, akiknek a két előadásban felvetett szempontokat össze kell hasonlítaniuk, nehéz feladat előtt állnak. A köztudatban az a nézet terjedt el, hogy a két előadásban felvetett szempontokkal azt a kérdést kell eldönteni, vajjon a jövőben a hőszolgáltatással kapcsolatban felmerülő villamosenergiafejlesztés elvételes-kondenzációs, vagy kondenzációs villamosenergia-termelés nélküli tiszta ellennyomásos, illetve fűtőturbinás jellegű erőművekben történjék.

Véleményem szerint a kérdésnek ily módon való felvetése helytelen, mert egyik előadó és az általuk képviselt egyik tervező intézet sem állítja azt, hogy a jövőben csak elvételes-kondenzációs, vagy csak kondenzációs-rész nélküli turbinákkal ellátott erőműveket kell, vagy szabad létesíteni. Ezt a kérdést a jövőben is esetről-esetre végrehajtott gazdaságossági számítás kell, hogy eldöntse. Számos példa van ugyanis arra, hogy előadásában a fűtőturbinás megoldás mellett kiálló előadó a mai napig több elvételes-kondenzációs erőművet épített és tervezett és jól tudjuk, hogy az elvételes-kondenzációs erőművet javasoló előadó vezetése alatt álló intézet városi távhőellátásra tiszta ellennyomásos fűtőturbinát állított fel.

Ezzel szemben az előadásoknak, az előterjesztett javaslatoknak és az ezeknek alapján kifejlődő vitáknak azt kell eldönteniük, hogy a gazdaságossági számításokat milyen egységes elvek alapján hajtsák végre, hogy a beruházást jóváhagyó felsőbb hatóságokat és szakértőszerveket az eddigi vitáktól megkíméljék, illetve a vitákat olyan szempontokra korlátozzák, amelyek a gazdaságossági alapelveken túlmenően az erőmű kialakítására befolyást gyakorló más tényezők körül merülhetnek csak fel.

A két előadás anyagának alapos tanulmányozása eredményeképpen megállapítható, hogy fenti kérdés eldöntésének tekintetében nem látszanak olyan szempontok felmerülni, amelyek áthidalhatatlan szakadékot mutatnának a gazdaságossági számítás egyik elemének : az értékelésnek a két előadó javasolta megoldásai között.

Még inkább egyszerűsítve látszik a kérdés akkor, amikor az előadások célkitűzését megfogalmazzuk. Mindkét előadás — Lévai András előadása általánosságban, dr. Heller László előadása konkrét esetre vonatkoztatva — azt tartalmazza, hogy a különböző rendszerű erőművek beépített teljesítőképességét milyen módon kell, vagy lehet értékelni.

Mindkét előadó egyetért abban, hogy az értékelés csak a meglévő energiaszolgáltató-rendszer figyelembevételével, egy új fogyasztói csúcsigény felmerülésével kapcsolatban hajtható végre. A meglévő erőműrendszerben bizonyos

nagyságú új csúcsgény kielégítésére alkalmazott különböző rendszerű erőművek értékelésének szükségessége akkor merül fel, ha a villamosenergiafejlesztés hőszolgáltatással kapcsolható össze, vagy vízenergia hasznosítását célzó vízerőmű jöhet számításba, azaz, ha a teljesítőképesség időben változó és eltér a fogyasztói teljesítőképességigénytől.

Mindkét előadó egyetért abban, hogy az értékelés új, korszerű kondenzációs hőerőművel történő összehasonlítás alapján hajtható végre és helyesnek látszik elfogadni az *egyenértékűségi tényező fogalmát*.

Mivel az egyenértékűségi tényezőt kifejező képletben az önfogyasztási tényező, a karbantartási tartaléktényező, az üzemi tartaléktényező és egy Lévai részéről τ -val jelölt időtényező van, a kétféle értékelési módszer összehasonlítása ezen 4 tényezőnek, illetve 4 tényező kifejezte fogalmaknak és meghatározásukra szolgáló módszereknek összevetésére kell hogy szorítkozzék. Mivel a tényezők definíciója Lévai előadásában határozottabb, az ezeknek megfelelő értékeket és számítási módokat kell Heller javaslatából kiemelni és a Lévai András előadásában alkalmazott módszerekkel összevetni.

1. *Az önfogyasztási tényező* kérdésében nem lehet és nincs is eltérés. Ezek ténytámadások, melyek minden rendszernél kiszámíthatók és alkalmazhatók. Heller tanulmányában azért nem fordulnak elő, mert az összehasonlítás alapja a generátorkapcsokon mért teljesítőképesség. Helyesebb lett volna, ha Heller ezt figyelembe veszi, mert a bemutatott összes változatok között a fűtőturbinás megoldás igényli a legkisebb háziüzemi teljesítőképességet. A kondenzációs-eltételek erőműben a hűtővízcirkuláció, kondenzációs erőművek esetében az őket kiegészítő fűtőmű önfogyasztása miatt nagyobb az önfogyasztási tényező, mint a fűtőerőműben és ezzel a fűtőturbinás erőmű értékelhető teljesítőképessége a csúcsterhelés 2—3%-ával nagyobb lenne akkor, ha az összehasonlítást Heller nem a generátorkapcsokon, hanem a kiadott teljesítőképességre vonatkoztatott értékeléssel végezte volna el.

2. *A tervszerű karbantartási tényező* értelmezésében és alkalmazásában sincs a két előadó között különbség. Heller tanulmányában a karbantartás miatti kiesés — mint láttuk — a nem vonalkázott területekkel volt ábrázolva. Az évi villamosenergiatermelést ezen karbantartási területek kihagyásával állapította meg. Ezt a villamosenergiát 7600 üzemkészségi órászámmal osztja, a kapott teljesítőképesség tehát nem más, mint a Lévai meghatározta értékelhető teljesítőképességnek azon része, mely csak a tervszerű karbantartási tényezőt veszi figyelembe. Elvileg a két eljárás azonos, az alkalmazott értékekben mégis különbség mutatkozik. Lévai ugyanis a karbantartási időt 960, Heller 1160 órában állapítja meg. Emiatt a 25 MW teljesítőképességű turbogépegységgel és 1 géphez 1 kazánal ellátott kondenzációs erőmű karbantartási tartaléktényezője Lévainál 1,122; Hellernél 1,15. Ezek a tényezők elvételes-kondenzációs erőműnél mindkét tanulmány szerint változatlanok maradnak. (Lévainál 1,14 érték azért tér el 1,122-től, mert a tartaléktényezőt a definícióval ellentétben nem a beépített, hanem az értékelhető teljesítőképességre vonatkoztatja.) Ugyancsak azonosan 1-gyel egyenlő a fűtőerőmű tartaléktényezője mindkét tanulmány szerint.

Fel kell hívnom azonban a figyelmet a tervszerű karbantartási tartalékkal kapcsolatban egy olyan körülményre, melyet Lévai tanulmánya nem vesz figyelembe: a tanulmány feltételezi ugyanis, hogy az új erőmű karbantartása miatt kiesett villamosenergia pótlására a rendszerben olyan teljesítőképességet kell beépíteni, mely egész éven át ezzel azonos

mennyiségű energiát termel, vagyis a tervszerű karbantartás miatt beépítendő teljesítőképesség

$$T_R = N_i \cdot \frac{t_{karb}}{9760},$$

ahol t_{karb} 960 órával egyenlő. Így egy 25 MW beépített teljesítőképességű erőmű karbantartási tartalék-teljesítőképesség szükséglete Lévai szerint 2,74 MW. A valóságban a beépített új erőmű a meglévő rendszer csúcsturkológörbéje által bezárt és a karbantartás számára rendelkezésre álló területet is arányosan megnöveli, ha a havi csúcsertékek aránya a legnagyobb csúcs-hoz viszonyítva változatlan marad, vagyis a görbe arányosan torznl. A rendszer számára egész évben rendelkezésre álló tartalékteljesítőképesség is csak arányosan növekszik meg. Az új erőmű miatt beépítendő karbantartási tartalék-teljesítőképesség tehát csak annyi, amennyivel a rendszer karbantartási tartalékteljesítőképessége a megnövekedett csúcsterhelés és a régi csúcsterhelés arányában megnövekszik. Adott esetben a 2000 MW csúcsterhelésű rendszerben a karbantartási tartalékteljesítőképesség 55 MW lévén,

$$55 \cdot \left(\frac{2025}{2000} - 1 \right) = 0,7 \text{ MW}$$

a beépített 25 MW többlet-tartalékszükséglete és nem 2,71, ha a meglévő rendszerben a fenti előfeltételek fennállnak, vagyis a nyári és téli csúcsigény aránya változatlan marad.

3. Az üzemi tartaléktényező értékét Lévai gazdaságossági számítással határozza meg, Heller összehasonlító vizsgálatánál erre nem volt szükség. Ezáltal viszont Hellernél nem domborodik ki, hogy a fűtőerőmű nyáron nem jár, s így a gépegységek váratlan kiesési valószínűsége is kisebb, mint az egész éven át üzemben tartott elvételes-kondenzációs jellegű hőszolgáltató erőmű gépegységeinek kiesési valószínűsége azonos jósági számnál. A kondenzációs és elvételes-kondenzációs erőmű biztonsági többlettartaléktényezője Lévai szerint 1,020, illetve 1,018, tehát közel azonos, viszont ellennyomásos erőműben Lévai szerint 1,008, tehát Heller tanulmányában 1%-kal kisebbre értékelte a biztonsági tartalék elhanyagolása miatt a fűtőerőművet.

A gazdasági biztonsági tartalék nagyságának meghatározásának módszerét Lévai hangsúlyozottan nem az erőműrendszer tartalékának megállapítására, hanem csak összehasonlítási alapként kívánja alkalmazni, ellentétben az Erőtervnek a vízierőmű értékelhető teljesítőképessége meghatározását tartalmazó tanulmányával, amelyben a tartalékteljesítőképesség 4,45% értékben ezzel a módszerrel lett rögzítve.

Lévai tehát látszólag egyetért az említett tanulmány felülvizsgálatára alakult munkabizottság véleményével.

Nem lehet egyetérteni azzal a megállapítással, hogy a gazdaságos biztonsági tartalék új létesítmények teljesítőképességének értékelésénél minden további nélkül felhasználható volna.

Az új erőmű biztonsági tartalékának értéke ugyanis elsősorban attól függ, hogy a rendszer biztonsági tartalékát mekkorára választottuk és a rendszer hány és mekkora egység teljesítőképességű gépcsoportból áll. Azonos biztonság, tehát azonos időtartamhoz tartozó teljesítőképesség-kiesés, vagy százalékos fogyasztói korlátozás fenntartása mellett a beépített gépszámmal csökken a rendszer biztonsági tartalékteljesítőképesség szükséglete és a csökkenés mértékének, illetve az új erőmű többlettartalékának meghatározása céljából nincs szükség arra, hogy a fogyasztói kár forint-értékével, vagy a hatékonysági tényező nagyságával bajlódjunk. Elfogadva a Kovács K. Pál ismertette valószínűség-számítási módszert, felvéve a tényadatként rendelkezésre álló jósági számot,

ezek segítségével a meglévő rendszer kiesési tartamdiagrammjaikat és a fogyasztóknál okozott energiakorlátozás görbéit meghatározhatjuk. Tetszőleges rendszergépszám esetén meg lehet állapítani a többlet-tartalékszükségletet, mely így már nem bizonytalan gazdasági, hanem biztonságos biztonsági tartalék-értékeket szolgáltat *azonos százalékos fogyasztói korlátozás mellett*, vagy a ma is használatos biztonsági tartalék definíciójának fenntartásával.

Eddig tehát a két tanulmány értékelési módszerében eltérést nem találunk.

4. *Az időtényezőnél és az egyenértékűségi tényezőnél* sem mutatkozik említésreméltó különbség addig, amíg elvételes-kondenzációs erőműről van szó. Az eljárás ugyan eltérő, mert Lévai tanulmányában az értékelést gazdasági alapon végzi, Heller pedig a teljesítőképesség évi átlagolásával, ami Lévai szerint is elhanyagolható különbséget jelent.

Végeredményben Heller tanulmányából a változó teljesítőképességű elvételes-kondenzációs erőmű egyenértékűségi tényezőjére (2/a változat)

$$x = \frac{125}{114} = 1,1$$

értéket kapjuk. Ez a tényező a karbantartási tényezőt és az időtényezőt foglalja magában, mégpedig úgy, hogy $t_{karb.} = 1160$ óra és τ átlagolással van megállapítva. Lévai módszere szerint ezt az értéket az

$$x = \frac{\tau \cdot r_{R, er}}{r_{R, kond.}}$$

képletből kapjuk, ahol a fenti értékeléssel

$$N_{\text{átl.}} = 115,5 \text{ MW}$$

$$\tau = \frac{125}{115,5} = 1,08$$

amire Lévai azonos értékeket ad meg. Továbbá

$$T_{karb.} = 125 \frac{1160}{8760} = 16,5 \text{ MW}$$

$$r_{R, kond.} = \frac{125}{125 - 16,5} = 1,15$$

$$r_{R, er.} = \frac{115,5}{115,5 - 16,5} = 1,17$$

és ezzel

$$x = \frac{1,08 \cdot 1,17}{1 \cdot 1,15} = 1,1$$

Ha ezt átszámítjuk $t_{kar} = 960$ óra értékkel, továbbá az üzemi tartalékot és az önfogyasztást is figyelembe vesszük, akkor

$$T_{kar} = 125 \frac{960}{8760} = 13,7 \text{ MW}$$

$$r_{R, kon} = \frac{125}{125 - 13,7} = 1,122$$

$$r_{R, er} = \frac{115,5}{115,5 - 13,7} = 1,135$$

továbbá Lévaival egyezően

$$r_{ü, kon} = 1,018$$

és

$$r_{ü, er} = 1,020$$

továbbá

$$(1 + \varepsilon)_k = 1,1$$

$$(1 + \varepsilon)_{er} = 1,131$$

akkor Heller szerint

$$x = \frac{1,08 \cdot 1,135 \cdot 1,020 \cdot 1,131}{1 \cdot 1,122 \cdot 1,018 \cdot 1,1} = 1,125$$

korrigált értéket kapunk. Lévai ugyanerre 1,18 értéket ad meg, mert az időtényezőt gazdasági alapon $\tau = 1,13$ értékre veszi fel, vagyis az egyenértékűségi tényezőt

$$x = \frac{1,131}{1,08} \cdot 1,125 = 1,18$$

értékre lerontja.

Itt meg kell jegyezni, hogy nem jártam el jogosan, amikor a Heller-féle értékelést önfogyasztás miatt korrigáltam, mert az elvételes-kondenzációs erőművel szemben nemcsak egy kondenzációs erőmű, hanem egy fűtőmű is szerepel, melynek önfogyasztása az összehasonlítás alapjául szolgáló kondenzációs erőmű önfogyasztásához hozzáadódik. Ennyivel kevesebbet ér a kondenzációs erőmű, mert teljesítőképességének bizonyos hányadát a fűtőmű önfogyasztása részére kell tartalékolni. Ez a villamosteljesítőképesség 2%-a és ezzel az elvételes-kondenzációs erőmű önfogyasztási tényezője is 1,1-re adódik.

Az előadók közötti egyöntetűség látszólag megszűnik azonban, amikor a nyári időszakban nem dolgozó fűtőerőmű időtényezőjének és egyenértékűségi tényezőjének kérdéséről van szó. A fűtőturbina kedvezőtlen értékelése Lévainál abból származik, hogy

a) a fűtőturbinában történő expanzió végnyomását az elvételes-turbinával azonosra, $1,5 \approx 2,5$ ata-ra veszi fel, holott köztudomású, hogy a végnyomás a fűtővíz függvénye és leggyakrabban az atmoszférikus nyomásnál lényegesen kisebb;

b) csúcsidőben felmerülő hőszolgáltatásra méretezi a turbinát, aminek az a következménye, hogy a fűtési idény legnagyobb részében fél és ennél kisebb terheléssel és igen rossz hatásfokkal járna. Köztudomású, hogy a hőteljesítmény-csúcsszükséglet 50—60%-ának megfelelően kell a turbina teljesítőképességét megválasztani, de póthűtővízzel a fűtési hőszükséglet-változás okozta teljesítő képesség csökkenését is ki lehet nagyrészt küszöbölni (4/b változat);

Heller szerint az időtényezőt és a karbantartási tényezőt magában foglaló egyenértékűségi tényező a 4/a változat szerint

$$x = \frac{68}{33} = 2,06$$

illetve a 4/b. változat szerint

$$x = \frac{68}{38} = 1,79$$

amely kifejezésekben

$$\tau = 2,37, \text{ ill. } 2,06$$

$$r_{R,er} = 1$$

és ezzel

$$x = \frac{2,37 \cdot 1}{1 \cdot 1,15} = 2,06$$

illetve

$$x = \frac{2,06 \cdot 1}{1 \cdot 1,15} = 1,79.$$

Ha ezt megint korrigáljuk $t_{karb} = 960$ órára és figyelembe vesszük Lévai szerint az üzemi tartalékot

$$r_{a,er} = 1,008$$

valamint az önfogyasztási tényezőt (feltételesen)

$$(1 + \varepsilon) = 1,16 \text{ értékben,}$$

akkor Heller szerint a 4/a. változatban

$$x_a = \frac{2,37 \cdot 1 \cdot 1,008 \cdot 1,16}{1 \cdot 1,122 \cdot 1,018 \cdot 1,1} = 2,2$$

illetve a 4/b. változatban

$$x_b = \frac{2,06}{2,37} \cdot 2,2 = 1,91$$

értéket kapunk.

Meg kell azonban jegyezni, hogy 1,16 önfogyasztási tényező-érték fűtő-turbinánál nem helyes, mert az kisebb, mint a közel azonos teljesítőképességű kondenzációs turbinánál, továbbá itt is figyelembe kell venni a kondenzációs erőművet kiegészítő fűtőmű önfogyasztását.

A fűtőturbina időtényezőjére Lévai háromféle értéket is megad: 2,18, 2,3, 2,48. Ezekkel az értékekkel Lévai szerint az egyenértékűségi tényező

$$x = 2,02; 2,14; 2,3,$$

tehát a Heller-féle értéket igen jól megközelíti.

Ez az eltérés könnyen áthidalható, vitára kevés okot szolgáltató körülmény volna, ha Heller tanulmányában a fűtőerőmű értékelhető teljesítőképességét különböző figyelemreméltó javaslatokkal nem kívánná felemelni. Ezekkel a javaslatokkal — amelyeket ő részletesen kifejtett — a nyári időszakban nem dolgozó fűtőerőmű időtényezőjét a 4/a. változatban

$$\tau = 1,76\text{-ra}$$

a 4/b. változatban

$$\tau = 1,52\text{-re}$$

javítja.

Ezekkel az értékekkel az egyenértékűségi tényező

$$x'_a = 1,64$$

illetve

$$x'_b = 1,41$$

értékre javul, Lévai legjobb 2,02 értékével szemben, ami 20—30% eltérést jelent.

A vita és a vitát eldöntő szakértők egész tevékenysége a Heller-féle javítások szűk és látszólag nem áthidalhatatlan ellentéteket tartalmazó területére kell, hogy korlátozódjék az értékelhető teljesítőképesség meghatározásánál.

Remélem, hogy hozzászólásommal a látszólagos ellentéteket annyira szűk térre szorítottam, hogy a további vita egy-két kérdésre korlátozódhat. Természetesen a gazdaságossági számítás — mint ahogy azt Lévai is hangsúlyozza — nem merül ki az értékelhető teljesítőképesség megállapításában. Heller dr. végigmegegy valamennyi üzemi költségtényezőn is, Lévai csak utal ennek szükségességére. Viszont Heller részletes számításai épp azt igazolják, hogy a Lévai által nem tárgyalt tényezők az esetek nagy részében a fűtőturbínás rendszer javára billentik a mérleget. Véleményem szerint azonban egy-két gazdaságpolitikai kérdéstől eltekintve, mint amilyen a hatékonysági tényező,

a szénár, a szén fuvarköltsége, a problémák — mint a különböző rendszerek szénfogyasztása és veszteségértékek meghatározása — műszaki kérdések, amelyekkel a hozzáértő szakértők könnyen elbánnak. Ismételten hangsúlyozom, hogy a gazdaságossági számítások eredménye hol az elvételes-kondenzációs, hol a fűtőturbinás megoldásokat fogja előtérbe helyezni. Nagyon megkönnyítették ezek az előadások az e téren felmerült feladatokat, ha legalább az értékelhető teljesítőképesség részletkérdését sikerült tisztázni. Ennek érdekében mindkét előadó igen komoly, tiszteletreméltó munkát végzett és örömmel állapítom meg, hogy a közöttük lévő eltérések jelentéktelenek.

GESZTI PÁL OTTÓ
GÓZON KÁROLY
VAJTA MIKLÓS

Az előadás nagymértékben azonos témát tárgyal Lévai András előadásával, amely évi periódusokon belül változó teljesítményű erőművek gazdasági értékelésével foglalkozik. Noha Lévai András előadását nem volt módunkban tanulmányozni, tudomásunk szerint Heller és Lévai tanulmányai különböző eredményeket adtak.

Az alantiakban a felvetett kérdésre vonatkozó, de előbbieik miatt teljességre vagy részletességre számot nem tartó néhány észrevételünket közöljük:

1. A gazdaságossági számításokkal kapcsolatban:

a) Minden gazdaságossági számítás hallgatólagosan tartalmazza az annuitás számításának valamilyen módszerét. Tekintettel azon körülményre, hogy erre vonatkozólag Magyarországon nincs és tudomásunk szerint a Szovjetunióban sincs olyan állásfoglalás, amelyre támaszkodni lehet, ezért a gazdasági számítások már eleve olyan feltétellel indulnak, amely kérdéssé teszi, hogy a helyzetet azok helyesen tükrözik vissza, noha e feltétel a vizsgáldásból folyó végső következtetéseket döntően befolyásolja.

b) Egyáltalában nincs kimutatva az, hogy gazdasági számításokkal a szocializmus építésének körülményei között, — figyelembevétel az illető ország gazdasági struktúráját és helyzetét — lehetséges a leghelyesebb fejlődési iránynak automatikus számítással való kiszámítása.

Biztos, hogy amennyiben ilyen számítás alkalmazható, úgy az csak részletekre és nem nagyobb irányokra vonatkozhat.

2. Az üzemkészségi területre vonatkozóan:

a) A karbantartások elvégzése és a tartalék szempontjából — villamoserőművek értékelésénél — messzemenően nem lehet figyelmen kívül hagyni az erőművek nyújtotta üzemkészségi területet. A villamosenergia iparágban fennálló és hosszú évekig fennmaradó szűk helyzet következtében azt a megoldást kell helyesnek tekinteni, amelyik a maximális teljesítmény mellett a maximális üzemkészségi területet nyújtja. Már a jelenlegi körülmények között sem elegendő a karbantartások elvégzésére a nyári völgy és a jövőben, bár a karbantartások relatív időszükséglete ugyan csökkenni fog, de a burkoló görbénél — a teljes évi kihasználást adó fogyasztók súlyának, az évszakok szerint változó terhelést eredményező fogyasztók súlyához való növekedése következtében — a karbantartásra rendelkezésre álló terület igen nagymértékű csökkenését fogja eredményezni, amelyet a karbantartások rövidítésével sem lehet kiegyenlíteni.

b) A teendőket meghatározza azon körülmény, hogy a szűk erőművi helyzetet elsősorban az okozza és fogja okozni még hosszú ideig, hogy kazán-gyártó kapacitásunk — beleértve a külföldről behozható kazánkapacitást is — ma és a jövőben a legszűkebb keresztmetszetet képezik. Ezért a már egyszer beépített kazánok maximális felhasználása az energiaszolgáltatás céljaira mindenképpen kívánatos és szükséges.

3. Fentiek összefoglalásaképpen azon véleményünknek adunk kifejezést, hogy népgazdaságunk jelenlegi adottságai mellett, amelyek még hosszú ideig a teendőket megszabják, a helyes eljárás a következő:

A kis hőfokon és kis nyomáson igényelt fűtési gőzigényeket nagynyomású kazánokból kell fedezni oly módon, hogy a gőzt turbinán kell felhasználni. Azon időben pedig, amikor a fűtési igény csökken, illetve szünetel, a megmaradó gőzenergiát mindenképpen kondenzálni kell és így a kazánokat energiafejlesztésre kihasználni. A kérdés technikai és gazdasági megoldására különböző alternatívák vannak. A tekintetben nem kívánunk állástfoglalni, hogy a végleges és az általában helyes megoldás megcsapolásos elvételes turbinával történjék-e, vagy fűtőturbinával kombinált külön tengelyű kondenzációs géppel, vagy esetleg valamilyen más megoldással?

A helyes megoldás kiválasztását a különböző szempontok mérlegelésével (szénfogyasztás, gyárthatóság, gyártási kapacitás, lekötés, önköltség és beruházási költségek stb.) kell megejteni.

SÓVÁRY EMIL

Dr. Heller előadása kitűnően megvilágította a fűtőerőművekkel kapcsolatosan a szakkörökben az utóbbi időben kialakult véleményeltérést. Hogy ennek tisztázását elősegítsük, szükséges ismertetni az idevonatkozó eddigi eredményeket és az eddigi történeteket.

A hazai fűtőerőművek tervezése tulajdonképpen a Sztálin-Vasmű fűtőerőművének tervezésével kezdődött. A vezértervet készítő szovjet szakértők annakidején olyan megoldást javasoltak, amely lényegileg azonos a Heller kartárs feldolgozta változatok közül a 2/b. változattal. Annakidején ennek az elvételes kondenzációs erőműnek megépítése részben erőműtervezési, részben szerkesztési nehézségek miatt nem volt lehetséges. Így a szovjet kartársak is egyetértettek azzal, hogy a jelenleg kivitelezendő megoldás létesüljön, amely a változó ellennyomásos fűtőturbina bevezetéséhez és megvalósításához vitt közelebb. Ez annál is inkább célszerű volt, mert a hazai időjárási körülmények között — amint ezt Heller dr. elmondta — ez a változó ellennyomású fűtőturbina kereken 20—30%-kal több villamosenergiát ad ugyanolyan mennyiségű hőszükségletre vonatkoztatva, mint a szovjet időjárási körülményeknek megfelelően tervezett elvételes kondenzációs gép, amely a 2/a. változatban, sőt a többi elvételes kondenzációs változatban is fel van sorolva.

Itt azonban meg kell különböztetni egy lényeges szempontot. Az elvételes kondenzációs erőmű nem okvetlenül kívánja elvételes kondenzációs erőműtípus alkalmazását is. Ha a hazai rendszert vesszük, amelyet pl. a Sztálin-Vasmű erőművénel megépítünk, lényegében arról van szó, hogy egy hazai változó ellennyomású fűtőturbina az előadásban vázoltak szerint létesül és ehhez kapcsolódik egy vagy több — a Sztálin-Vasmű erőművénel nyilván több — kondenzációs turbina a most felrajzolt vázlatos kapcsolatban. Ennek a turbinának

csak a tápvíz előmelegítésére vannak meg a csapolásai. Ez a rendszer energetika szempontból éppen olyan elvételes kondenzációs rendszer, mint akár a 2/a, a 2/b, 3/a vagy 3/b változatok. Ha ugyanis a fűtőturbina a külső hőmérséklet csökkenése folytán több gőzt kíván, akkor a gőzmennyiséget a kondenzációs turbinacsoporttól veszi el. Ez végeredményben ugyanazt az energetikai jellegű adja, mint az elvételes kondenzációs rendszer.

Ebből az következik, hogy az a fűtőturbina, amely hazai megoldásban jelentősen jobb, mint az ittlévő elvételes kondenzációs rendszer, egyaránt alkalmazható azokban a változatokban, amelyekről itt hallottunk, mint ahogyan az elvételes kondenzációs változatokban is alkalmazni lehet. Az a körülmény tehát, hogy a fűtőturbina télen jár és nyáron áll, nem kívánja meg, hogy a felépített erőmű is télen járjon és nyáron álljon, ahogyan az erőmű is nyáron üzemben van annak ellenére, hogy fűtőturbinája nyáron áll. Ennek alapján az előadás változatai között jelentősen hiányolnunk kell azt a változatot, amely éppen a már meglévő hazai rendszerhez hasonlóan létesült volna. Ahogyan említettem, a fűtőturbina 20—30%-kal — a mi számításaink szerint a Sztálin-Vasmű erőművének esetében 30%-kal, az előadás szerint 20%-kal, de némileg más körülmények között — gazdaságosabb ugyanolyan fűtőmennyiségre vonatkoztatva, mint a három elvételes változat a 2/a-tól a 3/b-ig. Ha tehát ezt a jelenleg ismert változatot használjuk, ennek igen jelentős előnyét fel tudjuk használni az elvételes kondenzációs energetikai jellegű változatoknál is. Okvetlenül szükségesnek tartom tehát, hogy az eddigi változatok ezzel a meglévő, ismert és a felrajzoltaknál jobb változattal is kiegészíttessenek.

Következő megjegyzésem az ellennyomásos rendszer csúcsrajáratásával kapcsolatos. Lényegében két változatsoport van. Az egyik az elvételes kondenzációs jellegű, a másik az ellennyomásos jellegű. Az ellennyomásos jellegűek nyáron állnak, az elvételes kondenzációs jellegűek nyáron és télen egyaránt járnak. Helyesen mutatott rá az előadás, hogy az ellennyomásos rendszer alkalmazásakor az értékelhető teljesítőképesség jelentősen csökken az elvételes kondenzációs energetikai jellegű változatokhoz képest. Magához az értékeléshez nem kívánok hozzászólni, mert az az eddigiek és a Mérnöki Továbbképző előadásai során is kellő mértékben megvilágítást kapott. A még fennálló különbségek véleményem szerint Klopfer kartárs előadása szerint könnyen kiküszöbölhetők lesznek.

Amivel nem tudok egyetérteni, az az ellennyomásos rendszer csúcsrajáratása. Itt arról van szó, hogy amikor a külső hőmérséklet az átlagos hőmérséklethez képest nagyobb, vagyis az ellennyomásos fűtőerőmű teljesítőképessége kisebb, a villamos csúcsterhelés idején, napi három órán át erősebb fűtést kell alkalmazni, mint ahogyan ezt a javaslat tartalmazza, s mint amennyi egyébként kellene. Ebben az időben ez a kiugrás még nagyobb. Ha pedig azt a megoldást alkalmazzuk, ahol nyáron a szükségkondenzátor jár, és ad bizonyos kiegészítő teljesítőképességet, akkor ennek az a része, amely a fűtési perióduson kívül van, lényegében csúcserőmű. A javaslat feltehetőleg számszerűen helyesen alkalmazza a csúcserőművek használatát. Megjegyzésemnek azonban éppen az a lényege, hogy ezt itt alkalmazni nem lehet és nem szabad. A csúcserőművek területe ugyanis, amíg egyáltalán alkalmazni lehet azokat, nem több az országos terhelés 11%-nál, amiből 5—6%-ot a meglévő régi csúcserőművek önmagukban lefoglalnak. Ez annak a következménye, hogy a reggeli és az esti csúc között van ez a 11%-os különbség, tehát ha már volna rendszerben 11% csúcserőmű, a 12-ik százalék csúcserőműnek már a reggeli felfutás idején is járnia kell, azaz nem olyan

csúcserőmű, amely három óra alatt abba tudja hagyni feladatát. Ebből következik, hogy a meglévő erőműrendszerhez képest összesen ez az 5—6% adódik, amelyre új csúcserőművet lehet építeni. Ennek hatása korlátozza a csúcserőmű építési lehetőségeit. Ha egyáltalán gazdaságos csúcserőművet építeni, akkor az egyik megépítése a másik rendszernek, a szivattyús tározós, vagy a dr. Heller javasolta kalórikus tározós erőmű megépítését már nem teszi lehetővé. Az itt lévő haszon olyan összeg, amelyet ide vagy oda adhatunk, de amennyiben a fűtőművel kapcsolatban hasznosítjuk és a fűtőmű javára írjuk, akkor egyéb helyen el kell venni. Ezért véleményem szerint a csúcsrajáratás hatását a gazdaságossági számításokból ki kell hagyni.

Harmadik megjegyzésem, amely az első kettőhöz képest súlyban talán kevésbé lényeges, a váratlan kiesésekre vonatkozik. Az a váratlan kiesési görbe, amelyet az előadás tényleges adatok alapján említett, részben csak véletlen egyezés. Egészen más görbét kaptunk volna, ha például az 1952. évi adatokat néztük volna meg. Abban az esetben a görbe körülbelül így alakult volna (megmutatja a vázlaton). Ez egyáltalán nem horpadásos, hanem emelkedő jellegű. Itt tehát még sok minden hatás van a váratlan kiesések lefolyásánál, amelyeket inkább csak a valószínűség-számításra kell bízunk. Egyébként ha ezen a területen finomítás lehetséges, azt nyilván köszönettel kell fogadnunk.

Javaslataimat három pontban foglalom össze. Először is a vizsgálatokat okvetlenül ki kell terjeszteni arra a fűtőerőműfajtára, amely jelenleg is megvalósítás előtt van és amely számításaim szerint megtakarítást eredményez az ábrán felrajzolt példában a $b = 1$ esetben, tehát az itt felsorolt vázlatoknál jobb eredményt ad. A számításokból annál is inkább kevésbé lehet kihagyni, mert egyezik az eddigi hazai gyakorlattal is.

Javasolom másodsor, hogy a csúcserőművekkel kapcsolatos hasznót ne kombináljuk a fűtőerőművekkel, mert annak ide való beillesztése másutt való elmaradását jelenti, tehát csak látszólagos eredmény.

Végül Geszti kartárs hozzászólásához kapcsolódva csak a gazdaságossági számítások határaitra óhajtok rámutatni. Nem tartom helyesnek azt a javaslatot, hogy kétfajta, egy nagynyomású és egy kisnyomású ócska kazántípus valószínűsít meg. Az is igen erősen bírálható volt, hogy a kondenzációs és az eddigi hőszolgáltató erőművek részére kétfajta típusú kazánt honosítottak meg, de ebben az esetben, mivel a hőszolgáltató erőmű kazánnyomása nagyobb volt, ez a haladás irányába esett. Adott esetben azonban eltér a haladás irányától egy kisnyomású kazán megvalósítása, amikor erre nem volna okvetlenül szükség. Éppen ezért ezen a helyen a gazdaságossági számítások eredményétől függetlenül az egységes kazántípust javasolom, mint ahogyan ezt már a hőszolgáltató erőművekkel kapcsolatban is javasoltam más alkalommal, s nem tartom helyesnek újabb kazántípus meghonosítását, mert az nem vesz tekintetbe olyan szempontokat, mint például a gazdaságossági számításnál a hatékonysági tényező változása.

BOTLÓ VENDEL

Az előadás anyagának elvi felépítésével általában mindenben egyetértek és azt kifogástalannak tartom. Felhívom azonban a figyelmet a következőkre:

1. A fűtőerőművek egyes változatainak összehasonlításánál, illetve az abból levont következtetésnél hangsúlyozom, hogy az ellennyomásos fűtőerőműnél elért megtakarítások nagy részét a hiány-erőmű létesítési költségei

felemésztik és annak ellenére is a 6. sz. mellékletben kimutatott megtakarítás jelentkezik.

2. A tanulmány nem veszi tekintetbe a melegvízszolgáltatást, ami pedig a 4. sz. mellékletben felrajzolt fűtőerőművi teljesítmények összehasonlító görbéit befolyásolja.

3. A technika fejlődésével a karbantartási tartalék változása végső eredményben a feltételezett kedvező alakot felveheti ugyan, azonban átmenetileg a viszonyok mások lesznek, mert a mellékelt diagramm szerint ipari fejlődésünk az év folyamán jelenleg rendkívül egyenlőtlen, amely eltérés nyáron az egyenletes fejlődéshez viszonyítva 7% terheléscsökkenést mutat. Kormányunknak — s itt hivatkozom Rákosi elvtárs választási beszédjének megjegyzésére — törekvése az, hogy az ipar fejlődését a lehetőségek határára belül az év folyamán minél egyenletesebbé tegye, úgyhogy a szerző remélte nyári tartalékcsökkenés valószínű csak évek múlva fokozatosan fog bekövetkezni. Ennek ellenére a fűtőerőművek azon tulajdonsága, hogy a téli időszakban a rendszer teljesítőképességét növeli — úgy amint azt a tanulmány megállapítja — a karbantartás egyenletessé tételét igen kedvezően befolyásolja.

Végül a rend kedvéért megjegyzem, hogy az előadás anyagához az adatokat nem a BEM Teherelosztója, hanem kooperációs csoportja szolgáltatta.

LÉVAI ANDRÁS

Mondanivalóimat egészen rövidre igyekszem fogni. Ezért hozzászólásomat össze fogom kapcsolni a tegnapi és részben a mai ülésen az én előadásomhoz elhangzottakkal.

Heller kartárs előadásához egészen sűrítve csak a lényegét szeretném elmondani. Számításai, amint maga is mondta, eléggé meglepő eredményekre vezettek, s ezeket az idő rövidege és a számítási alapadatok hiánya miatt nem tudtam ellenőrizni. Ezért észrevételeim kifejezetten csak elvi természetűek. Mindjárt meg kell jegyezmem, hogy az eredményt, illetve azt a javaslatot, hogy a miskolci fűtőerőmű ilyen módon, azaz a 4/b. változat szerint valósuljon meg, elvileg sem tudom magamévá tenni. Az elvi részhez tartozik, hogy véleményem szerint a számításokat soha sem az erőműben fejlesztett energia évi összes költségeinek szembeállításával szabad elvégezni, hanem mindig a fogyasztónál adódó, vagyis a népgazdasági összköltségeket tekintetbe vevő számokat kell egymással szembeállítani. Természetesen figyelembe veendő, hogy különösen Miskolcon, ahol a nagymennyiségű fűtési energia mellett igen jelentős villamosenergiafogyasztási igény is van, mindenkor lehetséges a kondenzációban fejlesztett villamosenergiát, vagy ennek kisebb-nagyobb részét generátorfeszültségen elosztani és így a kétszeres transzformációt meg lehet takarítani. Természetesen az önfogyasztást is tekintetbe kell venni. Ez a két tényező azonban nem fogja megváltoztatni az eredményeket.

Nehezebben és csak igen alapos megfontolások segítségével lehet az új erőmű értékelhető teljesítőképességét meghatározni. Véleményem szerint a Heller kartárs alkalmazta módszer nem minden tekintetben kielégítő. A különbségeket Klopfer kartárs nagyon alaposan és pontosan elemezte. Mégis szeretnék néhány szót hozzáfűzni. Heller kartárs az értékelhető teljesítőképesség vonatkozásában az erőmű évi átlagos teljesítőképességét vezette le, ehhez képest korrekciót vezetett be a karbantartások figyelembevételével és hangsúlyozottan

kis mértékben a váratlan kiesések figyelembevételével. A karbantartásnál alkalmazott korrekcióval elvben teljesen egyetértek, mert hiszen helyesen mutatott rá, hogy jobban használjuk ki a karbantartó vállalat kapacitását. A konzekvenciák azonban, ahogyan Geszti elvtárs a táblán is levezette, körülbelül az ellenkező irányban hatnak, mint ahogyan az előadás bemutatta. A karbantartási idő ugyanis az egyes berendezéseknél a jobban megszervezett, tervszerű és gyorsított karbantartás folytán állandóan csökkenne, de ezzel szembenáll az a körülmény, hogy egyre több berendezési tárgyat kell karbantartani. Hozzájárul még az, hogy a nyári csúcsok a télihez képest állandóan nőnek, vagyis a téli és nyári csúcs közötti különbség is kisebb lesz.

A másik körülmény, amelyet Heller kartárs szintén megemlített, de éppen a tisztán ellennyomású változatnál nem vett kellőképpen figyelembe, a külső hőmérsékletben előre nem látható módon bekövetkező változásokból adódó ingadozás volt. Ezt Klopfer elhanyagolhatónak tartotta, de saját számításom szerint eléri a 4%-ot, ami nem hanyagolható el. Ezek persze csak részletekben adódó különbségek, amelyek azonban együttvéve elég lényegesek lehetnek. Heller kartárs, hogy éppen a változó hőfokokból adódó differenciákat eliminálja, két igen érdekes javaslatot tett. Először is segédkondenzátor beépítését javasolta, amely rossz hatásfokú ugyan, de képes bármikor bizonyos mértékű kondenzációs energiát termelni. Második javaslata pedig a villamos menetrend szerinti fűtés volt. Hogy az első mennyire gazdaságos, azt az adott esetben külön el kell dönten. Ellenben a fűtéssel — ahogyan ezen a grafikonon mutatja Heller kartárs — véleményem szerint csak akkor lehet helyesen dolgozni, ha a fűtőturbínák teljesítőképességét ténylegesen mindig ki tudjuk használni. A mi fűtési rendszerünk olyan, hogy esetleg csak 16 órát kellene fűteni, hiszen melegebb időben nem fogunk egész napon át fűteni. Ilyenkor a fűtést általában beszüntetjük. A Szovjetunióban $+10^{\circ}$ napi középhőmérséklet felett este befejezik a fűtést és reggelig nem fűtenek. Akkor pedig az eredmény megváltozik, mert a fűtést ki kell kapcsolni és reggelre kihűl az egész rendszer. Így a délutáni csúcspűtéssel tulajdonképpen csak a levegőt vagy a csőlégutakat fűtöttük.

Hogy a gazdasági számítás alapja az évi összköltségekben adódó különbség, az természetes. Ezt magam is hangsúlyoztam tegnapi előadásomban, és véleményem szerint meg sem szabad vizsgálnunk olyan lehetőséget, amely olyan abszurd megoldási módokat ad, mint például a naponta egy hetednapon át folyó üzem. Ilyen a 2/a. változat. Ez annyit jelent, hogy az összes fejlesztett villamosenergiára, tehát az ellennyomásra és a kondenzációsra összesen nem egészen 3000 órás kihasználás adódik, és ebből levonva az ellennyomásban fejlesztett energiát, marad a kondenzációs részre kb. 1100 óra. Erre erőművet építeni természetesen képtelenség és eredménye erősen rontaná, sőt lehetetlenné tenné a gazdaságosságot. Ebből a szempontból nézetem szerint a 2/a. változat nem jöhet számításba. A 2/b. változat, amelybe kevesebb kazánt építettek be, már valamivel jobb eredményt ad, és annál jobb az eredmény, minél kevesebb kazánt járatnak ilyen rossz kihasználással. A 3/b. változatban van a legkevesebb kazánkapacitás beépítve.

Rossz hatásfokú új kazánok építését nem tartom megengedhetőnek, bár olcsóbbak, mint a jó hatásfokú kazánok, de nagy munkaerőt, gyártási kapacitást, hengerelt acélt, stb. fognak lekötni. Az ilyen kazánok évente csak néhány hétig lesznek üzemben és erre a mai ipari helyzet mellett gyártási kapacitást, munkaerőt és anyagot lefoglalni nem szabad.

Heller kartárs nem említette meg az ellennyomású rendszer két igen nagy hátrányát. Az egyik, amelyet egyébként tegnapi előadásában Kovács dr. említett, az, hogy a rendszer, főként a tervezési adatokhoz képest bekövetkező változásokkal szemben nem rugalmas. Sajnos, ilyenek a valóságban mindig vannak. Ha pedig ez megtörténik az ellennyomású rendszer rossz hatásfoka miatt, nagyon romlik a gazdaságosság. A másik hátrány pedig az ú. n. testreszabott méretezés, amely jó hatásfoknál elengedhetetlen követelmény. Az ellennyomású rendszernél nem jöhet szóba a tipizálás a maga összes előnyeivel együtt.

Mindent összefoglalva nem tudom elfogadni ezt a javasolt 4/b. szerinti megoldást, legalábbis amíg számszerűleg részleteiben nem tudok meggyőződni helyességéről. De elvileg sem tudom helyesnek elfogadni azt az irányzatot. Helyeslem azonban, hogy ezt az egyébként jó hatásfokú változó ellennyomással dolgozó fűtőturbinát olymódon egészítsük ki kondenzációs berendezésekkel, hogy a beépített kapacitásokat egész évben hasznosítani tudjuk.

Engedjék meg, hogy ebből az alkalomból a tegnapi előadásommal kapcsolatban elhangzott hozzászólásokra is válaszoljak.

Fonó Albert rögzítette, hogy a valószínűségszámítás jó eredményeket csupán nagyon sok esemény vizsgálatakor ad. Evvel a megállapításával természetesen egyetértek, de hangsúlyozom, hogy pl. a dunai vízierőműt illetően a vízhozamingadozásokat 50 év statisztikai adatainak vizsgálatából állítottuk össze, amelyek tehát mindenképp kimerítik már a nagyszámok törvényének fogalmát. Avval is egyetértek, hogy minden valószínűségszámításnál előfordulhatnak igen kis valószínűségű nagy kiesések, de éppen ezért nem érthetők egyet *Fonó* azon megállapításával, hogy az erőművek építési tervének olyannak kell lennie, hogy energiahány és evvel kapcsolatos fogyasztói kikapcsolás, vagy periódusszámcsökkentés ki legyen zárva. Ha így akarnánk méretezni, akkor végtelen sok tartalékot kellene beépíteni, ami természetesen elképzelhetetlen. A valószínűségszámítás lényege éppen abban rejlik, hogy a valószínű kiesések okozta népgazdasági kárt állítjuk szembe a kiesések megakadályozását célzó beruházásokkal. Előadásomban is hangsúlyoztam, hogy az ismertett, és aránylag még egyszerű valószínűségszámítás összehasonlító számításokra szolgál, de annak alapján nem szabad a rendszer összes tartalékát megállapítani. Ehhez a számítást ki kell egészíteni az eddig tekintetbe nem vett hálózati és teljes erőművi kiesésekkel és az így kiadódó tartalékértéket kell azután — józan mérlegelés útján esetleg egynéhány százalékkal növelve — a rendszer szükséges tartalékának tekinteni. A számítást évről-évre finomítani lehet az új tapasztalati adatok alapján és így érhetünk el reális és gazdaságos tartaléknagyságot. Evvel szemben van a mai helyzet, amidőn kifejezetten becslés alapján tartunk tartalékot, illetve pontosabban mondván, tartalékunk csak annyi van, amennyi éppen adódik. A tervszerű gazdálkodás ezt a módszert nem engedheti meg és véleményem szerint a részemről ismertett eljárás a jelzett kiegészítéssel alkalmas lesz arra is, hogy helyesen állapítsuk meg a tartalékok mérvét.

Erdélyi István hozzászólásában lényegében azokat a teendőket jelölte meg az energiakorlátozás forintértékének meghatározása céljából, amelyekre előadásomban röviden magam is utaltam. A részemről említett körülményt, hogy az új erőműveknél beépítésre kerülő új egységek lényegesen nagyobbak lesznek, mint a már futó egységek átlaga, a valószínűségszámításnál természetesen figyelembe vettük. Ha bevezetjük a kiesésokozta fajlagos kár lépcsőzetes

megállapítását, akkor az pénzértékben is súlyozva fog számításba kerülni.

Zátony Andor hozzászólásában a részemről ismertetett értékelési módot nem tartja elfogadhatónak, mert szerinte megengedhetetlen, hogy a tervszerűen előirányzott kiesések miatt több tartalékot kelljen tartani, mint a váratlanul, azaz tervszerűtlenül adódó kiesések miatt. Állítása igazolására 2 példát is említ, egyet az új közhasznú erőművek és egyet a dunai vízerőmű értékelésével kapcsolatban. A közhasznú erőműnél megállapítja, hogy amíg egy 96,7%-os jósági számmal rendelkező, tehát az idő 3,3%-ában váratlanul üzemképtelen erőmű beépített teljesítőképességének 1,5%-ának megfelelő többlet üzemi tartalékot, addig 3,3% előirányzott üzemképtelenséggel rendelkező erőmű 3,3% tartalékot igényel. Nem tekintve, hogy a 96,7 százalékos jósági szám az évi teljes időnek nem 3,3%-os, hanem csupán 2,9%-os kiesési valószínűségét adja, világos, hogy az ezen kiesések elhárítására szükséges üzemi tartalék azért aránylag kisebb, mert ebből a szempontból rendelkezésre áll a teljes rendszer üzemi tartaléka is, amely 3,3%-nál lényegesen nagyobb. A valószínűségszámítás lényegéhez tartozik, hogy a sok elemből álló rendszer egyidejű kieséseit veszi tekintetbe és ez a valószínűség nem nő lineárisan az újonnan belépő egységek számával. Amit Zátony kartárs javasol, hogy tudniillik a tervszerű teljesítőképesség változásánál, azaz hőerőműveknél a karbantartások tervezésénél, vegyük tekintetbe a váratlan kiesések elhárítására szolgáló üzemi tartalékot, teljes mértékben elfogadhatatlan, mert ezzel lefoglalnók az üzemi tartalékot karbantartás céljára és tényleges kiesések esetében nem lenne tartalék a rendszerben.

A másik említett példa a dunai vízierőművel foglalkozik, ahol szintén azt hiányolja, hogy az új vízierőmű értékelhető teljesítőképessége a vízhozam ingadozások miatti teljesítőképességszökkenések figyelembevételével 97 MW, míg ha az 50 éves vízhozam változásokat előre és ismert módon bekövetkezőknek tételezzük fel, akkor az értékelhető teljesítőképesség 96 MW-ra, tehát kisebbre adódik. Ebben Zátony kartárs visszásságot lát felfedezni. Megállapítottam, hogy Zátony kartárs a 97 MW kiszámításánál kis számítási hibát követett el, amennyiben az egyenértékű hőerőmű teljesítőképességéből levonva a többlettartalékokat, 96 MW adódik, tehát pontosan annyi, mint az átlagvízhozamok alapján számított érték. Előadásomban megemlítettem, hogy a rendszer üzemi tartalékainak figyelembevételével adódó egyenértékűségi tényező a dunai vízerőmű adott esetében egyenlő 1-gyel, vagyis amit Zátony kartárs kihozott (96 = 96-tal). Ez így helyes is, mert a vízhozamingadozásokat tekintetbe vevő gazdasági értékelés csökkentését, amit előadásomban időtényezőnek neveztem, számszerűen éppen kiegyenlíti a vízierőmű kisebb önfogyasztásából, kisebb karbantartási és kisebb üzemi tartalékából adódó különbség. Amit tehát Zátony kartárs kíván, hogy a vízhozamingadozásoknál vegyük tekintetbe a rendszer üzemi tartalékait, már megtörtént.

Utoljára még Klopfer kartárs mai hozzászólásával foglalkozom. Klopfer kartárs véleményem szerint nagyon helyesen és rendkívüli alapossággal értékelte az azonos témával foglalkozó két előadás közötti különbségeket. Az értékelés segítségével igyekezett a két előadás közötti különbségre rámutatni, az ellentéteket áthidalni. Több ízben hivatkozott arra, hogy a változó teljesítőképesség értékelésére részemről ismertetett számítási módot a kilüldött akadémiai bizottság felülvizsgálta és értékelte. Ezt a szakvéleményt — sajnos — még nem kaptam meg, így annak lényegét csak rövid beszélgetésből ismerem. Azt sem tudom tehát megmondani, hogy a szakvéleménnyel minden kérdésben egyetérték-e vagy sem. Csak azt hallottam erről a szakvéleményről, hogy az

üzemi tartalékot oly módon kívánja megállapítani, hogy adott esetben, például az 1950-es évben ténylegesen fennállott üzemi viszonyokat vette alapul és ebből számítja ki a megengedhető korlátozásokat. Véleményem szerint ez önkényes eljárás, mert sehol sincs megírva, hogy az 1950-es számok helyes számok voltak. Lehet, hogy abban az időben túl sok vagy túl kevés tartalék volt. Ahogy már az előbb is említettem, ezt meg kell állapítani, természetesen az összes, a teljes erőműhálózatban adódott kieséseket tekintetbe kell venni, ebből fogunk megfelelő százalékos értéket kapni és ezen az alapon lehet továbbdolgozni, esetleg bizonyos mértékig növelve a kezdeti bizonytalanságok miatt.

Klopfertársnak nagyon köszönöm, hogy nem sajnálta a fáradságot, és ebben a két elég alapos és nem túlságosan könnyen követhető tanulmányban igyekezett megtalálni a közös vonásokat, azokra határozottan rámutatni, kiemelve a különbségeket is. Azt hiszem, a közeljövőben éppen a különbségek további elemzése útján el fogjuk háritani a közöttünk fennálló ellentéteket és megtaláljuk azokat a megoldásokat, amelyek népgazdasági szempontból a leg-helyesebbek.

Összefoglalva: Tervszerű karbantartások céljaira üzemi tartalékot lefoglalni nem szabad. Változó külső hőmérsékletek, vagy változó vízhozamok kiegyenlíthetők üzemi tartalékkal és a rendszer üzemi tartalékait ilyen célra szabad, sőt kell is segítségül venni.

HELLER LÁSZLÓ

Több hozzászóló megjegyzései fedték egymást és ezért közösen fogok válaszolni a felvetett kérdésekre.

Geszti kartárral teljesen egyetértek a gazdaságosság kérdésében. Természetes, hogy minden szempontot figyelembe kell venni, legfeljebb még azt kell bejelentenem, hogy írásos hozzászólása alapján számításokat végeztünk és nagyon érdekes módon az adódott, hogy ha a hatékonysági tényezőt 0 és 15% között változtatjuk, pontosan ezt az eredményt kapjuk. Hogy ez így van, azt az a körülmény mutatja, hogy a befektetési költségek minden egyes tételnél általában teherként jelentkeznek. A hatékonysági tényező növelése ugyancsak nem változtat lényegileg semmit, legfeljebb azt eredményezi, hogy a 4/c. változat megelőzi a 4/a. és 4/b. variánsokat. Ennek oka egyszerűen az, hogy ha a hatékonysági tényezőt megnöveljük, akkor nagyobb lesz a befektetési költség jelentősége. A 4/a., 4/b. és 4/c. változatok — ha egymásközt helyet cserélnek is — továbbra is megelőzik a többi variánsokat. Teljesen korrekt számítás esetén még ez a — a fűtőturbínás megoldások közötti — helycsere is elmarad. Ha ugyanis a hatékonysági tényezőt megnöveljük, akkor tarthatatlanná válik az eredetileg felvett szén-ár is. Nyilván nem lehet 19 Ft-on tartani egymillió kalória fűtőérték árát, ha a hatékonysági tényezőt 4%-ról például 15%-ra felemeljük. A nagyobb hatékonysági tényezőnek tehát a bányaberuházások amortizációjánál is meg kell nyilvánulnia, azaz nagyobb hatékonysági tényező esetén a szén árát is megfelelően növelnünk kell. A diagrammok 0, 4, 11 és 15% hatékonysági tényezőkre számolva — melyek az előadottakat igazolják — egyébként rendelkezésre állanak.

A karbantartást illetően — azt hiszem — Lévai kartárs utalt arra, hogy a karbantartási terület a fejlődés során szűkülni fog. Amellett, hogy nem osztom

ezt az álláspontját, meg kell állapítanom, hogy az — még ha úgy lenne is — nem jelent többet, mint hogy nem a hatodik, hanem esetleg a második vagy harmadik fűtőerőműnél fogjuk elérni a teljes kiegyenlítést. Az első fűtőerőműnél ez a veszély azonban semmiképen sem látszik fennforogni.

Sokkal fontosabb azonban — és azt hiszem itt van közöttünk alapvető különbség — a kazánkapacitások értékelése, illetve ennek a tényezőnek jelentősége az egész tárgykörben. Geszti kartárs azt mondja, hogy kazánkapacitásunk rendkívül szűk és ezt figyelembe kell venni. Lévai kartárs továbbment és leszögezte, hogy 4—5.000 óra évi kihasználás az a minimum, amennyire az újonnan épített kazánokat ki kell használnunk. Ha mi erőműtervezők állandóan a kazánkapacitás szűk voltára hivatkozva végezzük munkánkat, úgy ez lényegében azt jelenti, hogy felelősségünket és azzal a bajokat is a saját területünkről beletoljuk a népgazdaság nagy tengerébe. Ha mi valahová úgy építünk be egy kazánt, hogy az nyáron kihasználatlanul áll, úgy ki vagyunk annak téve, hogy ezért szemrehányásban részesülünk. Ha viszont úgy tervezünk, hogy a kazán nyáron is üzemben van, akkor esetleg mentesülünk egy ilyen szemrehányástól, még esetleg akkor is, ha ezzel a népgazdaságnak kárt okoztunk is volna. Az ugyanis, hogy mennyi széntöbbletet, vasúti fuvar és vas többletfelhasználást okoztunk esetleg a népgazdaságnak, az elkenődik a nagy tengerben. Senki sem veszi észre ugyanis, hogy például azért hiányzik szenünk, mert valamelyik erőműben vagy üzemben többet használnak, mint amennyit kellene. Vagy azért vannak fuvarozási nehézségeink, mert valahova több szenet fuvarozunk, mint amennyire szükség volna. Nagyon óvatosnak kell lennünk tehát ebben a kérdésben és megint csak visszatérek Lévai kartárs megállapítására, mely szerint a népgazdasági összköltség minimumára kell mindig törekedni. Nemrégem elhatároztuk — meggyőződésem szerint nagyon helyesen, — hogy teljes energiával támogatjuk a vasutak villamosítását. Már pedig ezzel mit támogatunk? Ha jobban megnézzük, rájövünk, hogy éppen azt csináljuk, amit most el akarunk háritani magunktól. Kimutattuk, hogy vasút-villamosítással 100 millió forint investícióval évi 100 ezer tonna szenet megtakarítunk. Az energetikai főbizottság egyhangúan magáévá tette a javaslatot, ami megítélésem szerint feltétlenül helyes is volt. Megállapítása szerint tehát érdemes 100 milliót beruházni azért, hogy megtakarítsunk ezáltal évi 100 ezer tonna szenet. De nézzük csak meg közelebbről, hogy mit jelent ez az elhatározás? Nem mást, mint hogy elveszünk azokból a bizonyos féltve őrzött kazánokból. A villamosított vasutak üzeméhez ugyanis további erőműkapacitás szükséges, a kazánokat tehát be fogjuk építeni azokba az erőművekbe, melyek a villamosított vasutat fogják táplálni. Így tehát kazánok fognak felhasználásra kerülni nem abból a célból, hogy egyéb energiaigényeinket kielégítsék, hanem azért, hogy ezáltal szenet takarítsunk meg. Ezeknek a kazánoknak a kihasználása tehát az energiaszolgáltatás szempontjából nem 4—5.000 óra, mint ahogy azt Lévai kartárs megkívánja, hanem nulla óra lesz, mert olyan szektorra adunk villamosenergiát, amely ma még nem kap és nem is kér.

Az egyoldalú szemlélet azonban még további veszedelmet is jelent. Magyarul azt jelenti, hogy minden energetikai igyekezetünk komoly szénmennyiségek megtakarítása végett zátonyra fut, ha mindig csak azt nézzük, hogy szűk a kazánkapacitásunk. Csaknem minden komolyabb energetikai megtakarítás velejárója az, hogy valahol új kazánokat kell beépítenünk, amelyeket természetesen valahonnan el fogunk venni. Rendkívüli módon kell mindig vigyáznunk arra, hogy — amint Geszti kartárs mondta — milyenek a kölcsönös khatások. Nem szabad

kimondanunk, hogy a kazánkapacitásunk rendkívül szűk és így nem törődünk azzal, hogy a szénhelyzet még szűkebb, de megfordítva sem lehet csak azt nézünk, hogy szűk a szénhelyzet és e miatt minden mást háttérbe kell szorítanunk. Persze minden baj rossz, de nekünk mérnököknek az a feladatunk, hogy a bajok összege a minimum maradjon. Amikor az egyik szűk keresztmetszetet tágítjuk, természetesen csökkentünk egy másikat. De arra az álláspontra semmiképpen sem helyezkedünk, hogy csak egy bizonyos szűk keresztmetszetet veszünk figyelembe és nem törődünk a többiekkel. Nem mondhatjuk ki, hogy az erőművi kazánok kérdéséhez nem nyúlhatunk és semmi mással nem törődünk.

Sóvári kartárs hozzászólásában kifogásolta, hogy a változatokban csupán az elvételes kondenzációs turbinákat vizsgáltuk meg, amelyek — mint mindenki tudja — rosszak, pedig annál egy sokkal jobb megoldás: a fűtőturbina plusz egy külön kondenzációs gép. Vizsgálataink során ezt a megoldást is megnéztük, sőt azzal kezdtük. Rögtön kiderült azonban, hogy ez rossz megoldás, mindenesetre rosszabb, mint az általunk megvizsgáltak között legjobbnak mutakozó elvételes megoldás, a $3/b$ variáns. Nézzük csak meg Sóvári kartárs javaslatát kissé közelebbről. Az ő javaslatának gazdaságossága igen egyszerűen és gyorsan levezethető a $4/c$ változathoz olyképen, hogy ehhez a változathoz még beiktatunk három 25MW teljesítőképességű tiszta kondenzációs turbinát. Nyilvánvaló, hogy a kondenzációs turbinák nyáron sokkal kevesebb szén felhasználásával termelnek villamosenergiát, mint a fűtőturbinák. Mi ezt a szénfogyasztási különbözetet kiszámítottuk és megállapítottuk, hogy az, 19,— Ft-tal számítva 1 millió kalória árát, a $\beta = 1$ értéknél $3\frac{1}{2}$ millió forintot tesz ki. Ugyanakkor azonban a befektetési többlet, legkedvezőbbben számolva, is 65 millió forint. Nyilvánvaló, hogy évi $3\frac{1}{2}$ millió forint megtakarításért nem érdemes 65 millió forintot investálni. Egyébként ez nyilvánvalóan következik abból a tényből, hogy elvételes kondenzációs turbinákat egyáltalán építenek. Ha ugyanis a beruházási többletköltség kevesebb volna, mint az elérhető szénmegtakarítás, akkor világos, hogy sehol a világon nem gyártának elvételes kondenzációs turbinákat, hanem csak a Sóvári kartárs javasolta megoldást alkalmaznák, külön ellennyomósos és külön tiszta kondenzációs gépekkel.

Sóvári kartárs említette, hogy annál inkább is az általa javasolt variánst kellene figyelembe vennünk, mert hiszen ilyen rendszerekkel már tapasztalataink is vannak. Így például az általa javasolt rendszerrel épül a Sztálin-Vasmű erőműve is. Ez azonban nem jó példa. A feladatok állításában ugyanis döntő különbség mutatkozik. A szóbanforgó feladat egy város fűtésének ellátása az energetikailag lehető legrosszabb körülmények között. Oda kell ugyanis vinni a szenet és a vizet, a fejlesztett villamosenergiát viszont el kell vezetni. A Sztálin-Vasműnél egészen más a helyzet. Feladatunk ott az volt, hogy adott hulladék-szén mennyiséget kell megsemmisíteni gazdaságos módon, azaz abból villamosenergiát kell termelni. A Vasműnél adódó hulladék-szén mennyiség azután egyértelműleg meghatározta, hogy hány kazánt kell felállítanunk, illetve hány tonna gőzt kell termelni. A termelt gőz feldolgozására be kellett rendezkednünk kondenzációs gépekkel és miután a város téli fűtéséről is gondoskodnunk kellett, felállítottunk egy fűtőturbinát is. Miután azonban a gőzmennyiség adva volt, a fűtőturbina elfogyasztotta gőzmennyiséget el kell vonnunk télen a kondenzációs egységektől. A Sztálin-Vasmű erőműve tehát hulladékhasznosító erőmű, melynek egészen mások a feltételei, mint olyan fűtőerőműnek, ahol módunkban van a 100 vagy 200 km-ről odaszállítandó szénből pontosan csak annyit szállítani, amennyire feltétlenül szükség van és nem pedig többet. A Sztálin-

Vasműnél erre nincs lehetőség, mert ott az adott hulladékszénenergiát gazdaságos módon meg kell semmisíteni. A Sztálin-Vasműnél nem azért nem alkalmaztunk elvételes turbinát, mert az nem lett volna megfelelő, hanem azért nem, mert nem volt semmi értelme.

Még egy körülményre kell felhívnom Sóvári kartárs javaslatával kapcsolatban a figyelmet. Ő azt mondja, hogy elismeri, miszerint az elvételes kondenzációs turbina termodinamikailag rossz gép, de ugyanakkor azt állítja, hogy az általa javasolt módon felépített, lényegében elvételes-kondenzációs rendszer nem tartalmazza ezeket a rossz elvételes-kondenzációs egységeket, hanem csupán a kifogástalan tiszta ellennyomású és tiszta kondenzációs gépeket. Ennek következtében azután az elvételes-kondenzációs gép veszteségei is kiküszöböltettek. Ez a megállapítás azonban téves. Az elvételes rendszer fojtásos veszteségei ugyanis továbbra megmaradnak, csak hogy éppen eltolódnak az elvételi helyről a kondenzációs gép admissziós fokozatára, illetve az egész turbinára. Ha ugyanis a fűtési szükséglet nagy, akkor nem fognak ugyan veszteségek mutatkozni az elvételi szabályozónál, de a fennmaradó kis gőzmennyiség következtében a kondenzációs gép fog esetleg $\frac{1}{3}$ terheléssel járni és a veszteségek a részterhelésnél keletkező veszteségek alakjában fognak jelentkezni. A veszteségeket tehát nem szüntettük meg, csak más helyre toltuk.

Egyébként mi nem akartunk semmiféle új elméletet felállítani, hanem csupán az általunk szóba jöhetőnek vélt nyolc változatot kívántuk közös alapra hozva összehasonlítani és közülük a leggazdaságosabbat megállapítani. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy a megvizsgált nyolc változatnál nincsen jobb, legfeljebb csak annyit, hogy mi nem tudunk jobbat. Akár Sóvári kartárs, vagy akár bárki más javasol olyan változatot, amely ezeknél jobb eredményt ad, úgy természetesen azt kell megcsinálni.

Egy másik pont — amit azt hiszem tökéletesen félreértett Sóvári kartárs — a csúcs-kérdés. Mi sehol sem mondtuk, hogy csúcserőművet akarunk építeni. Mi egyszerűen csak megállapítottuk, hogy az egyes változatok — mégpedig a leggyengébbek — rendkívül rossz eredményt adnának, ha azokat 5400 órás évi kihasználással járóan irányoznánk elő. Nyilvánvaló, hogy egy erőmű gazdaságossága, melynél drága szenet és drága vizet kell felhasználnunk és a fejlesztett áramot el kell szállítanunk, annál rosszabb, minél nagyobb kihasználással járhatjuk. Éppen ezért igyekeztünk — éppen a kifogástalan összehasonlítás céljából — az illető variánsnál az optimális üzemeltetési idővel számolni. Az adott körülmények között ugyanis az optimális terhelésen túlmenően minden többlet kilowattóra termelése rontaná a gazdaságosságot. A konkrét összehasonlítást tehát a napi $\frac{1}{7}$ nap üzemeltetési időt feltételezve végeztük el, mint mondtam éppen a kifogástalan összehasonlítás céljából. Ha mást csináltunk volna, a szóbanforgó variáns a legjobbal szemben csak még hátrányosabb helyzetbe került volna. Sóvári kartársnak az a megjegyzése, hogy a csúcsunk elfogy, azaz más jobb csúcserőműtől elveszünk ezzel a lehetőséget, a szóbanforgó esetben már csak azért sem fontos, mert éppen az általa mondott adatok nyújtanak ebből a szempontból is teljes megnyugtatót. Szerinte az 1959. évi terhelési diagramban 11% lesz a csúcs magassága. Megnéztem ezt a 11%-os csúcsot és kiderült, hogy ennek az alapja alig több mint 1 óra. Tehát még messze nem 3 óra! De a 11% is 1959-ben már 240 MW teljesítményt fog jelenteni, jelenleg viszont csak 50—60 MW teljesítményről van szó. Nem kell tehát attól félnünk, hogy ha a miskolc-diósgyőri fűtőerőmű így épülne meg, ezzel elfogynának a csúcserőmű-lehetőségeink. Egyelőre tehát 240 MW csúcslehetőségünk van és még sehol

sem épülnek csúcserőművek és e pillanatban nem is tudjuk, mikor és hogyan fognak épülni. Nem látom tehát indokoltnak, hogy a csúcslehetőséget már ma lefoglaljuk valami még meg nem határozott és ismeretlen célra, akkor, amikor hatszorosa fog rendelkezésünkre állani annak, amit ma határozott alakban kívánunk igénybe venni.

Sóvári kartársnak a váratlan kiesések diagrammjára vonatkozó megjegyzésére Lévai kartárs részben már válaszolt. Mi is ismerjük ezt az 1952. évi diagrammot és azért nem vettük figyelembe, mert a teherelosztó nem adta ki azzal, hogy az teljesen irreális. Ez a diagramm ugyanis elsősorban azt tükrözi vissza, hogy az 1952. évben megindult legújabb erőművünk a gyermekbetegségek időszakában hetenkint esetleg hatszor eset ki. Ilyen diagrammot figyelembe venni nyilván nem lett volna észszerű. Csodálkozom egyébként, hogy Sóvári kartárs ezt az 1952. évi diagrammot vette figyelembe, mert éppen ő az, aki annyira propagálja a valószínűség-számítás igénybevételét. Vízont az egész valószínűség-számítást sutba dobhatnánk, ha egy, az 1952. évihez hasonló diagramm reálisan előfordulhatna. Más szóval, ha egész nyáron folyik a nagy karbantartási rohammunka és mégis ősszel kezdődnének a nagy kiesések, akkor, amikor éppen a frissen karbantartott egységek vannak üzemben. Nyilvánvaló tehát, hogy ilyen diagrammot figyelembe venni nem lehet és nem szabad, különösképpen akkor nem, ha mint előbb említettem, annak tárgyi okait is ismerjük.

Sóvári kartárs végül a kiskazánok építését mint haladásellenest elítéli. Ez is, mint minden, kalkuláció kérdése. Világos, hogy sokkal elegánsabb és jobb jó kazánokat építeni, de meggyőződésem, hogy például a MÁV soha sem fog gyorsvonati mozdonyokat rendelni tolatómozdonyok céljára. Az egy adott-ság, mely a fűtőerőmű karakteréből következik, hogy az évnek van 50 napja, amikor nem érdemes a gőzt jó hatásfokkal termelni. Erre a célra tehát igenis helyes az, hogy rosszabb hatásfokkal dolgozó berendezéseket építünk, ha kell akár újonnan is. Ez a racionális és másnak nincs értelme. Beruházásainknál csak egy szempontunk és célunk lehet és ez az, hogy a népgazdasági összköltség-mindig a minimum legyen.

Végül még Lévai kartárs hozzászólásához szeretnék néhány szót fűzni. Ami a β tényezővel kapcsolatos megjegyzését illeti, azt mi 1,33 értékkel számítottuk. Egyébként nem osztom azt a véleményét, hogy Borsodon áramszüke lenne, mert hiszen ha a borsodi és a tiszapalkonyai erőművek elkészülnek 400 MW összteljesítőképességgel, akkor ott további 50—60 MW teljesítményre nyilván nincs szükség. Legfeljebb a kohóban való közvetlen fogyasztásra, de ez nem energetikai, hanem kohászati kérdés.

Ami a szakaszos fűtésre vonatkozó megjegyzését illeti, meg kell állapítanom, hogy eddig nem foglalkoztunk még mással, mint 24 órás fűtéssel és a Sztálinváros-i távfűtést is erre a rendszerre irányoztuk elő. Úgy vélem, hogy ha a folyamatos fűtésnek az előadásomban vázolt előnyét kihasználjuk, azaz a fűtés üzemenél a villamos menetrendet követjük, úgy ez még csak eggyel több ok lesz arra, hogy igenis a folyamatos fűtést alkalmazzuk.

Ami az általa kiszámított és 4 százalékos eltérést kitevő eltérést illeti, anélkül hogy az eredmény helyességét kétségbe vonnám, semmiképpen sem tartom súlyosnak. Ez a különbség — figyelembe véve a logarléccel való számolásnál adódó 2 százalékos eltéréseket — nem befolyásolja a végeredményt.

Végül még arra a megjegyzésére szeretnék válaszolni, miszerint az ellennyomásos rendszer nem olyan rugalmas, mint az elvételes-kondenzációs. Ez a

»rugalmasság« nem valami műszaki tulajdonsága a rendszernek, hanem Lévai kartárs úgy érti, hogy a rendszer rugalmas az ipari technológusok szolgáltatotta adatok helyessége tekintetében. Itt megint csak arról van szó, hogy elhárítjuk magunktól a problémát. Világos, ha valahol egy elvételes-kondenzációs telepet állítunk fel, ott nem jövünk majd zavarba, akár felét, akár kétszeresét fogyasztják majd annak, amit eredetileg igényeltek. Csináljanak a vegyészek, amit akarnak, mi tehát mindig ki tudjuk őket szolgálni. Nyilvánvaló, hogy ez az egyszerűbb és kényelmesebb megoldás. Ha ugyanis ellennyomósos rendszert építettünk és a vegyészek nem jól adták meg az adatokat és így nem tudjuk őket kiszolgálni, ez esetleg ránk visszahathat. Az a tény azután, hogy az elvételes-kondenzációs rendszer az adott tényleges esetben viszont messze nem olyan gazdaságos, az esetleg már ki sem derül, de legalábbis meg van a kifogásunk: nem bízunk a vegyészekben.

Egyébként megnyugtatóan közlöm, hogy nem állok egyedül ezzel a véleményemmel, mert éppen mostanában jelent meg egy nagyon érdekes könyv a Szovjetunióban Subin szerzőtől, aki éppen a fűtőerőművek problémáját végre egyszer a fűtést igénylő szemüvegén át nézi és bizony igen súlyos kritikát gyakorol az eddig szokásos rendszer felett, melynek éppen az volt a jellemzője, hogy a fűtőerőművek tervezésénél nem vették és nem veszik figyelembe a fogyasztó igényeit és kívánalmait. Ezt Subin súlyos szemrehányás alakjában veti fel és utal arra, hogy itt a legfőbb ideje annak, hogy a fogyasztók például ne azt a nyomást legyenek kénytelenek alkalmazni, amit a turbinából éppen kapnak, hanem lehetőleg azt, ami számukra a legmegfelelőbb. Az tehát a javaslata — és az én álláspontom szerint is ez a helyes megoldás — hogy a fűtőerőművet tervező és a fűtést igénylő együttesen állapítsa meg, hogy mire van szükség.

Ítt tehát megint csak meg kell állapítanom, hogy számunkra könnyebbé teszi ugyan a problémát, ha elvételes kondenzáció mellett maradunk, de ez megint csak egy könnyítés a mi oldalunkon anélkül, hogy törődnénk vele, mit követünk el ezzel a másik oldalon.

Azt hiszem, nagyjából kimerítettem a hozzászólásokra adandó választ. Válaszomat azzal szeretném lezárni, hogy ismétlem Lévai kartárs megállapítását, hogy a mi feladatunk végeredményben a népgazdasági összköltségeknek a minimumon való tartása. Ha ezt megteesszük, jól végezzük munkánkat.

TITÁNNAL ÖTVÖZÖTT SZERKEZETI ACÉLOK

GILLEMOT LÁSZLÓ lev. tag

1. Bevezetés

A magyar bauxitok átlagosan 2,5% TiO_2 -t tartalmaznak. A 200 millió tonnára becsült bauxitkincsünk (1) eszerint 5 millió tonna titándioxidot tartalmaz, hozzávetőleges becslés szerint. A titán kinyerése önmagában a bauxitból nem gazdaságos, azonban a Fémipari Kutató Intézetben kidolgozott vörösiszap feldolgozási (2) eljárás segítségével a vörösiszaphól kitermelhető a nátriumoxid és az alumíniumtrioxid. Ez a két termék gazdaságosan kerülhet vissza a timföldgyár körfolyamatába. Az ezután visszamaradó másodlagos vörösiszap már kb. 70—71% Fe_2O_3 -at és kb. 7—8% TiO_2 -t tartalmaz. Ezt az anyagot kohósítva a titán a salakba megy át és megfelelő feltételek között 14—22% TiO_2 -tartalmú salak képződik. Mivel az alumíniumtrioxid, nátriumoxid és a vas kinyerése önmagában gazdaságos eljárás, ez a titántartalmú salak ipari hulladékanyagként tekinthető. A salakból a titánt két úton kaphatjuk. Kénsavas feltárással kb. 70% kihozattal kitermelhető a titándioxid, amiből aluminotermikus úton ferrotitánt lehet gyártani. A titánban dús salakot 400 C°-on klórozva titán-tetrakloridot kaphatunk, amely a fémtitán gyártás kiinduló anyagát képezi. Figyelembe véve, hogy az aluminotermikus eljárásnál a titándioxidból a titán csak kb. 50%-át kaphatjuk, míg fémtitán előállításánál a kihozatal a titántetrakloridból 80%-os, óvatos becsléssel az eddigi kísérleti adatok alapján a vörösiszap mennyiségének 1%-a termelhető mint fém, ha ferrotitánra dolgozzuk fel, és kb. 2%-a, ha fémtitánra történik a feldolgozás. Ezek a százalékarányok titánfém tartalomra vonatkoznak. Mivel a mondottak szerint a bauxitból önmagában nem gazdaságos a titánt kitermelni, azonban a vörösiszaphól a fent leírt úton az gazdaságos, nyilvánvaló, hogy az évente előállítható titán mennyisége akár fémtitán, akár ferrotitán szempontjából a timföldgyári termeléshez van kötve. Tekintettel azonban timföldiparunk kapacitására és az előbb említett kihozatali számokra, továbbá arra a körülményre, hogy a titán — mint a továbbiakban látni fogjuk — csak igen kis mennyiségben szükséges az acél ötvözéséhez, a timföldiparunk segítségével rentábilisan kitermelhető titán mennyisége hozzávetőleg többsszáz ezer tonna ötvözött acél előállítására látszik elegendőnek. Ezek szerint

tehát a titán olyan ötvöző fém, amely jelentős mennyiségben áll rendelkezésre. Összehasonlításképpen megemlítem, hogy a bauxitból a ma használt gyártási módszerrel termelhető vanádium mennyisége — figyelembevéve a vanádium szokásos ötvözési határait — kb. csak századrész ennyi acél előállításához elegendő. Indokolt tehát a titánnak mint ötvözőelemnek alkalmazási területeit megvizsgálni. Az alábbiakban ismertetendő kísérletek, melyeket a Vasipari Kutató Intézetben kezdtünk meg 1951. év végén, arra irányultak, hogy a titánnak a szerkezeti acélokban való felhasználási lehetőségeit tisztázzuk. A továbbiakban éppen ezért nem foglalkozom a titánnak olyan közismert alkalmazási lehetőségeivel, mint pl. a karbidstabilizáló feladata az austenites króm-nikkel acélokban, valamint a titánkarbidok alkalmazása a keményfém forgácsoló szerzőkben stb. Meg kell még jegyezni azt is, hogy ezek a kísérletek a Vasipari Kutató Intézetben még most is tovább folynak és így jelenlegi beszámolómban csak első tájékoztatónak tekinthető.

2. Célkitűzés

A titánnak mint acélötvözőnek hatásáról az irodalom a legellentéesebb adatokat adja meg. Egészen 1946-ig általánosan elterjedt felfogás volt a szakirodalomban, hogy a titán az acél átédzhetőségét rontja. Ezt az álláspontot képviselték *Tofaute és Büttinghaus* (3), valamint *Houdremont, Nauman és Schrader* (4). Utóbbiak azonban megállapították, hogy nagyobb edzési hőmérsékleteken 1000—1200 C°-ról való edzésnél a titán az átédzhetőséget javítja. *Kraft és Lamont* (5) mutattak rá arra, hogy a titán az átédzhetőséget kedvezően is befolyásolhatja. A titánnak a szilárdsági adatokra gyakorolt befolyásáról szintén megoszlottak a vélemények. *Duma* 0,3% C-tartalmú acélokban 0,2% titántartalomig azt találta, hogy a szilárdsági és nyúlási adatok javulnak, azon túl azonban ismét romlanak. A National Metals Handbook adatai szerint 0,37% C, 0,63% Mn, 0,26% Si-tartalmú acél 845 C°-ról vízben edzve, majd 400 és 565 C°-on megereztve, növekvő titántartalommal csökkenő folyási határt és szakítószilárdságot ad, míg nyúlása növekedik. Ugyanez az acél 960 C°-ról, illetőleg 1180 C°-ról normalizálva a szakítószilárdság kisebb mértékű növekedését mutatja 0,26% titántartalomig. Más szerzők a folyási határ és szakítószilárdság növekedését állapították meg a titán hatására. A kísérletek célja a bevezetésben megadott programmon kívül az is volt, hogy a szakirodalomnak ezeket és egyéb itt nem részletezett ellentmondásait a lehetőség szerint tisztázzuk és egyértelműen megállapítsuk a titán alkalmazásának lehetőségeit.

3. A kísérletek leírása

A kísérletek során a következő ötvözecsoportokat vizsgáltuk:

1. Fe-C-Ti
2. Fe-C-Mn-Ti

3. Fe-C-Mn-Si-Ti

4. Fe-C-Cr-Mn-Ti

5. Fe-C-Mn-B-Ti

Itt jelenleg csak az 1—3. csoportokat ismertetem.

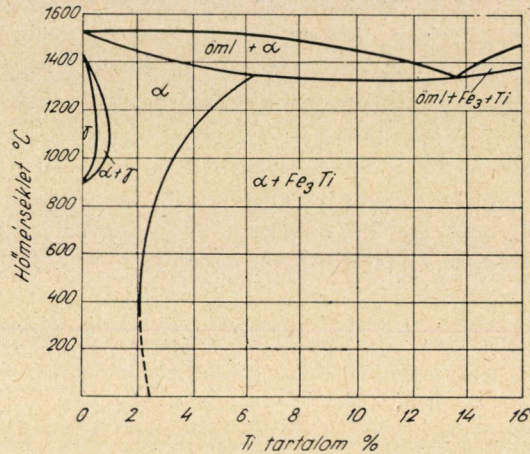
Részben az egyensúlyi diagramm további tisztázása, részben pedig a fémtitánnak mint ötvözőelemnek vizsgálata végett az 1. alatti csoport ötvözetei fémtitán ötvözéssel készültek. A *Mn-Ti* acélok közül hat adagot különböző szén- és titántartalommal szintén fémtitánnal készítettünk, míg a többi adag 25—30%-os ferrotitán alkalmazásával készült. A kísérleti adagok bázisos béléssű 8 kg-os indukciós kemencében készültek, néhány adag 100 kg-os grafitrudas Junker-kemencében, néhány adag pedig 300 kg-os nagyfrekvenciás indukciós kemencében készült. Az adagokból 30 mm, illetőleg 60 és 80 mm átmérőjű rudat kovácsoltunk 1000—1100 C° kovácsolási hőmérsékleten, és a kísérletek során végig egységesen a következő hőkezelést alkalmaztuk: edzés 870 C°-ról vízben, megeresztés 550, illetőleg 650 C°-on. Minden megeresztési hőfokon két szakító és két ütőmunka próbatestet vizsgáltunk, egyes adagokat pedig ellenőrzésképpen megismételtünk. Így a továbbiakban megadott bármelyik szilárdsági érték legalább két mérés középértéke. Általában a fémtitánnal készített adagok és a ferrotitánnal készült adagok között azonos összetétel és azonos hőkezelés esetén a természetes szóródáson kivüleső különbséget nem lehetett észlelni.

4. Az egyensúlyi diagramm

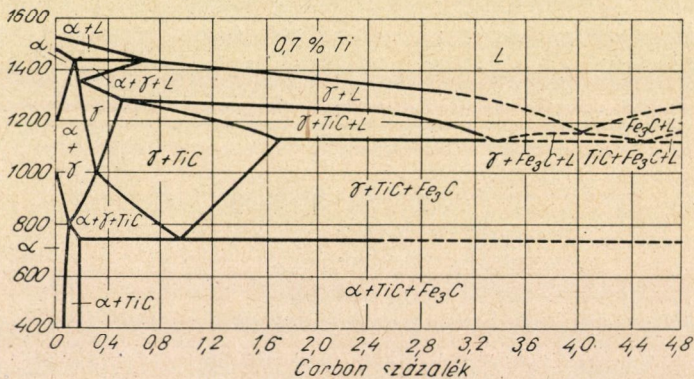
A *Fe-C-Ti* háromalkotós diagrammot *Tofaute* és *Büttinghaus* dolgozták ki először, majd pedig *Gajev* (6) helyesbítette. Később *Northcott* és *McLean* (7) vizsgálták a titánacélok egyensúlyi diagrammját. Az adatok összehasonlításakor eltérés mutatkozik azok között, ami szükségessé tette az egyensúlyi diagramm néhány pontjának ellenőrzését. Az eltéréseket bizonyos fokig indokolja, hogy *Northcott* és *McLean* vizsgálataiknál átlagosan 0,6 *Mn* és kb. 0,13% *Si*-tartalmú acélokat vizsgáltak, míg *Tofaute* és *Büttinghaus* tiszta karbonil-vasporból és faszenből előállított szintetikus acélokat vizsgáltak. Elvileg *Northcott* és *McLean* adatai jobban megközelítik az átlagos szénacélokat, míg *Tofaute* és *Büttinghaus* mérései a tiszta vas-szén-titán egyensúlyi diagrammot adják, így egyben bizonyosfokú összehasonlítási lehetőség is adódik a mangánnak a vas-szén-titán egyensúlyi diagrammra gyakorolt befolyásáról. A *Fe-Ti* állapotábrát *Tofaute* és *Büttinghaus* dolgozta ki (1. ábra). A titán a vassal zárt γ -mezőt alkot. *Szvecznikov* és *Gridnyev* (8) szerint a γ -mező 0,6% *Ti*-nál záródik be. A *Ti-C* állapotábra titán oldalát *Cadoff* és *Nielsen* (9) vizsgálták, úgyhogy a háromalkotós diagrammot határoló három kétalkotós ábra ma teljesen ismert. *Tofaute* és *Büttinghaus* az állapotábra hat metszetét adták meg 0,3, 0,7, 1,2, 1,6, 2,3 és 3,4% *Ti*-nál.

Ezek közül a 0,7%Ti-nál vett metszetet a 2. ábra mutatja. Az ábrán látható, hogy a γ -mező erősen összehúzódik és három olyan mezővel van határolva, ahol γ mellett más fázis is megfigyelhető, mégpedig rendre $\gamma +$ titánkarbid, $\alpha + \gamma +$

A Fe-Ti rendszer állapotábrája



1. ábra. A Fe-Ti állapotábra

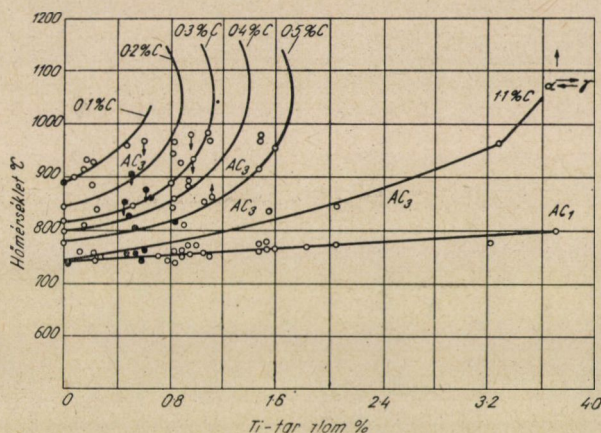


2. ábra. A Fe-C-Ti rendszer metszete 0,7% Ti-nál

titánkarbid, illetőleg $\alpha + \gamma$. A közölt két metszetről is nyilvánvaló, hogy edzhető titánötvözet csak meghatározott titán és szén koncentráció mellett lehetséges és az edzési hőmérséklet nyilvánvalóan magasabb, mint a közönséges szénacéloknál. Tofaute és Büttinghaus az egyensúlyi diagramm három izotermikus metszetét is közölték, mégpedig 700°, 800° és 1100 C°-on.

Az edzhető ötvözetek γ -mező határának megállapítására változó szén- és titántartalommal készítettünk adagokat és az Ac_1 és az Ac_3 pontot dilatometrikus mérésekkel határoztuk meg. Hasonló méréseket végzett Gajev, úgyhogy ellenőrző méréseink csak a technikailag fontos területre terjeszkedtek ki.

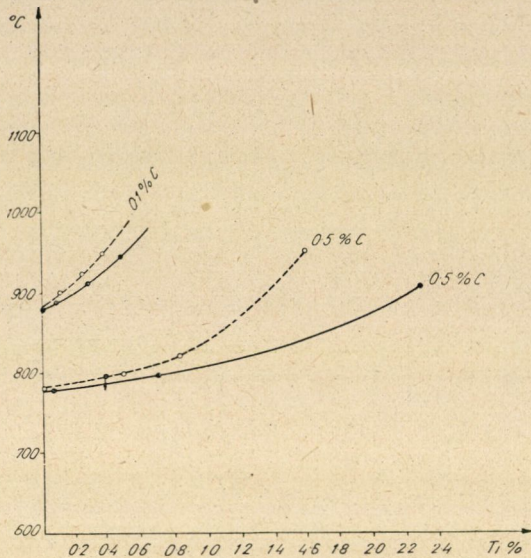
A kritikus pontok meghatározását $1\text{ C}^\circ/\text{perc}$ felhevítési, illetőleg lehítési sebességgel végeztük. Még ilyen viszonylag lassú felhevítési és lehítési sebesség esetében is az Ac és az Ar pontok között $20\text{--}30^\circ$ -os eltérés mutatkozott. A felhívítéskor kapott pontokat a Gajev felvette diagrammba berajzolva, Gajev-vel gyakorlatilag egyező eredményeket kaptunk (3. ábra). A mi kísérleti adatainknál a mangántartalom átlagosan $0,2, \pm 0,04\%$, a szilíciumtartalom pedig $0,1, \pm 0,06\%$ volt. Mérési adataink Gajevéivel igen jól egyeztek, a továbbiakban az izotermikus metszet megállapításánál Gajev adatait is felhasználtuk. Összehasonlításképpen megvizsgáltuk a γ -mező határát illetően Northcott és McLean adatait saját méréseinkkel, és Gajev méréseivel összehasonlítva. Az eredményeket a 4. ábra mutatja. A vastagon kihúzott vonal Northcott és McLean



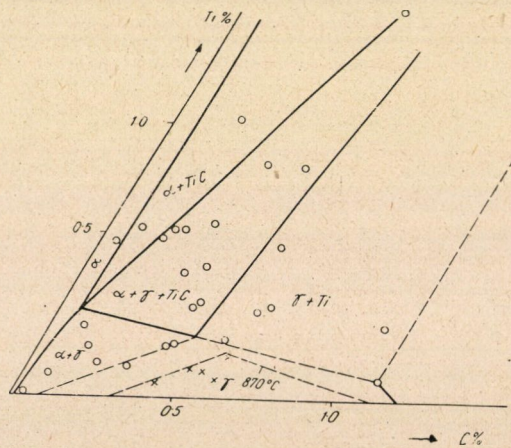
3. ábra. Az Ac_1 és Ac_3 pontok változása a Ti ötvözés függvényében

méréseiből származik, míg a szaggatott vonal Gajev és saját adatunkból van megszerkesztve. A $0,6\%$ Mn-tartalmú acél a titántartalom függvényében kisebb hőmérsékleten mutatja az $\alpha + \gamma$ átalakulást. Kisebb titántartalommal kb. $0,8\%$ titánig az eltérés a közepes széntartalmú acéloknál nem számottevő és így az egyensúlyi diagramm izotermikus metszeteink megállapításánál egyes pontokban Northcott és McLean adatait is figyelembe vettük, de csak kivételes esetekben. Az izotermikus metszetet a fenti szempontok figyelembevételével 900 C° -nál állapítottuk meg, azonban felrajzoltuk a γ -mező határait szaggatott vonallal 870 C° -nál (5. ábra) is. Az egyensúlyi diagramm 900° -os metszete már megvilágítja az irodalomban mutatkozó eltérő megállapítások okát. Egészen természetes, hogy azok az acélok, amelyek kb. 900° -os hőkezelésnél az $\alpha + \gamma$ vagy $\gamma +$ titánkarbid mezőbe esnek, nyilvánvalóan rosszabb edzhetőséget fognak mutatni, mint a titánmentes acél. Ez a magyarázata annak, hogy azok a szerzők, akik a nemesíthető acéloknál szokásos határok között, $C = 0,25\text{--}0,4\%$ között vizsgálták a titán hatását, már néhány tizedszázaléknyi Ti-tartalom hatására az

átédzhetőség romlását kellett, hogy megállapítsák a szokásos edzési hőmérsékleteken. Amikor Houdremont megállapította, hogy növekvő hőmérséklettel 1000—1200 C°-ról való edzés után a *Ti* az átédzhetőséget javítja, ezért kellett



4. ábra. A Mn befolyása a Ti-acélok átalakulási hőmérsékletére



5. ábra. A Fe-C-Ti egyensúlyi diagramm izotermikus metszete 900 C°-nál

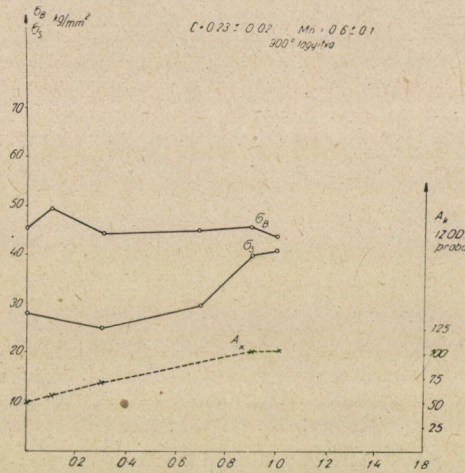
ilyen magas hőmérsékletekről edzenie, mert kísérleteit átlagosan 0,22—0,30% C-tartalmú, illetőleg kb. 1% C-tartalmú acélokkal végezte.

Northcott és McLean vizsgálták ugyan a 0,5—0,7% C-tartalmú acélokat is, azonban 1000 és 1235 C°-ról végezték edzési kísérleteiket és ennek folytán az

átedzhetőségre kapott értékeik nem egyeznek a mi értékeinkkel. Az izotermikus metszetekből látható az is, hogy a titán erős karbidképző hatásánál fogva a korbont titánkarbid alakjában megköti és így lehetségessé válik nem edzhető acélok előállítására is. Ezek után világos, hogy szerkezeti acélok céljaira lényegileg két típus, a nem edzhető, kis C-tartalmú acél jöhet szóba, továbbá azok az összetételei határok, amelyek 900 C°-nál tiszta austenites szerkezetet eredményeznek.

5. A nem edzhető vagy rosszul edzhető titánacélok

Ebbe a csoportba soroltuk azokat az acélfajtákat, melyek még 900 C°-on sem tiszta austenites szerkezetűek. Ennek megfelelően szerkezetük, mint az izo-

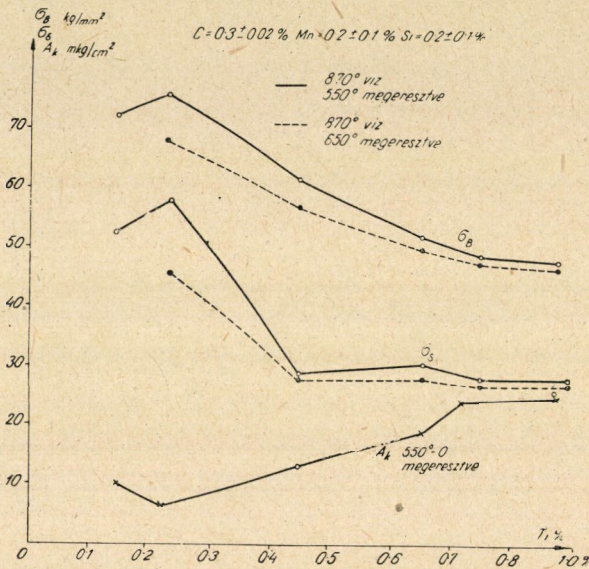


6. ábra. 900 C°-on lágýtított titánacél sajátságai.

termikus metszet mutatja, lehet tiszta ferrites, ferrit + karbidos, vagy pedig a hülés sebességétől függően, ferrit + austenit valamilyen átalakulási terméke. Mint az 1. ábra is mutatta, a titán a vasban kb. 2%-ig oldódik szobahőmérsékleten. Ennél nagyobb titántartalomnál az igen rideg Fe_2Ti (illetőleg Fe_3Ti) vegyület keletkezik és az ötvözet kiváló keményedésre lesz hajlamos. Szerkezeti acél szempontjából azok az ötvözetek, melyekben a vas-titán vegyület megjelenik, ridegségük miatt teljesen használhatatlannak tekinthetők. Ezek szerint vizsgálatainknál csak a 0–2% Ti-tartalmú ötvözetekre szorítkoztunk. Northcott és McLean 0,1% C-tartalomtól fölfelé vizsgálták a titán hatását 900°-on lágýtított és kemencében hűtött acéloknál. Az ő adataiból szerkesztettük a 6. ábrát. Az ábra a folyási határ, a szakítószilárdság és az ütőmunka változását mutatja a titántartalom függvényében. A görbe szerint a folyási határ kezdetben csökken, majd ismét emelkedik, a szakítószilárdság pedig egy kezdeti nagyobb érték után

gyakorlatilag állandó. Feltűnő azonban az ütőmunkának folytonos növekedése. A hőkezelés hatásának szemléltetésére 0,3% C és változó titántartalommal készült sorozat mérési eredményeit mutatja a 7. ábra. Az átlagos összetétel és az attól való legnagyobb és legkisebb eltérés az ábrában fel van tüntetve. Minden adagból 870°-ról vízben edzve és 550, illetve 650°-on megeresztve készültek a próbatestek.

A diagramból megállapítható, hogy kb. 0,6–0,7% titántartalom körül az 550, illetve 650°-on való megeresztés már csak egészen csekély eltérést mutat. Egyben megfigyelhető az is, hogy bizonyos titántartalomig, ami kb. 0,2%,



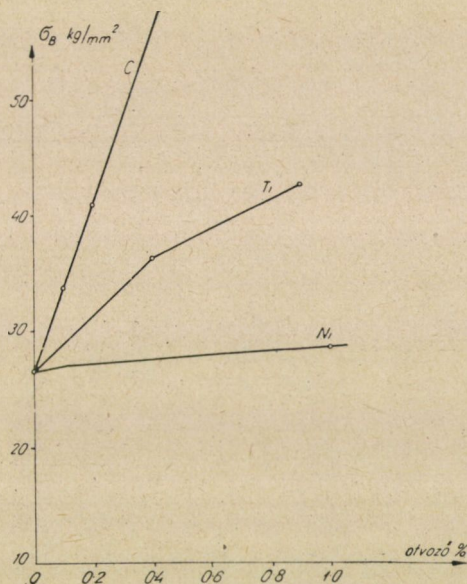
7. ábra. 870 C°-ról vízben edzett és 550 C°-on, illetve 650 C°-on megeresztett Ti-acélok sajátságai

mind a szakítószilárdság, mind a folyási határ erősen növekvő jelleget mutat. Ott, ahol a folyási határ maximális, az ütőmunka értéke viszont minimumot mutat.

Northcott és McLean 900°-on lágított acéloknál általában a folyási határnak ezt a növekedését nem tudták megfigyelni. A 900 C°-on lágított acélok közül csak az egészen kis, kb. 0,1% C-tartalmú acéloknál észlelhető a folyási határ kezdeti növekedése. Sőt minden C-tartalomnál a folyási határnak minimuma van, a Ti függvényében. Egybevetve ezt a két körülményt, valamint a később még táblázatban közölt adatokat, a 870°-on edzett és különböző hőfokokon megeresztett acélokra általában azt a következtetést lehet levonni, hogy a titán a folyási határt edzés és megeresztés után növeli, míg lágított állapotban tizedszázalék C-tartalom fölött általában először csökkenti, majd nagyobb titántartalomnál növeli.

Ezeket az adatokat (valamint az itt nem közölt mérési eredményeket a későbbi táblázatok adataival együtt) a következőképpen lehet rendszerezni:

Ha külön-külön vizsgáljuk a titánnak és a szénnek hatását, akkor kétségtelen, hogy a titán 2%-ig az α -vas szilárdságát növeli. Erre vonatkozóan Lacey és Gensamer végeztek méréseket. Az ő adataikból szerkesztettük a 8. ábrát, amely a titán és a nikkelt befolyását mutatja a vas szakítószilárdságára. Ebbe berajzolva a C-nek a szilárdságra gyakorolt hatását, világosan látszik, hogy lágyított állapotban a titán is és a szén is külön-külön növelné a szilárdságot. Bizonyos koncentrációhatárokon túl azonban megindul a titánkarbid képző-



8. ábra. A C, Ti és Ni hatása a vas szakítószilárdságára

dése, amely az alapanyagból részben titánt, részben szenet von el. Ennek folytán a perlit mennyisége csökken és csökken az oldott Ti mennyisége is. Elvileg elérhető olyan ferrit + titánkarbid szerkezet, melynek sajátságai még nagyobb C-tartalomnál is a tiszta, lágy, ferrites acél sajátságaihoz hasonlítanak. Ennek igazolására szolgál az I. táblázat, ahol 0,08% C-tartalmú és csupán szemcsefinomítás céljából 0,01% titánnal ötvözött lágyacél sajátságait hasonlítottuk össze 0,18% C-tartalmú titánnal ötvözött acéléval.

Mint a táblázat adataiból is látható, a nagyobb C-tartalom ellenére a folyási határ egészen kicsi, az ütőmunka, nyúlás és kontrakció értékek pedig elérik, sőt felülmúlják a lágy szénacél értékeit, továbbá megfigyelhető az is, hogy a megeresztés hőfoka a 0,18% C-tartalmú acél adatait nem befolyásolja. A jelenség magyarázata a következő.

I. TÁBLÁZAT

I. 0,08% C lágyacél és 0,18% C tartalmú titánacél összehasonlítása.

Jel	C%	Si%	Mn%	S%	P%	Ti%
1	0,08	0,04	—	0,006	0,03	0,01
2	0,18	0,07	0,30	0,034	0,027	0,57
	0,18	0,07	0,30	0,034	0,027	0,57

Jel	S kg/mm ²	B kg/mm ²	10%	%	A _k mkg/cm ²	Megjegyzés
1	18,5	34,0	31,5	77,9	34,1	870°-ról vízben edzve, 550°-on megeresztve
2	12,7	37,6	29,0	81,0	36,8	
2	14,0	37,0	30,0	81,5	36,1	870°-ról vízben edzve, 650°-on megeresztve

Mindaddig, amíg a titánkarbid képződése meg nem kezdődik, addig a titán szilárd oldatot alkot a vassal és így a folyási határt, szakítószilárdságot növeli. A titánkarbid-képződés kezdetekor a folyási határ és szakítószilárdság csökken, majdpedig, ha a titánkarbid képződéséhez szükséges titánon felüli titánmennyiség kerül az ötvözetbe, akkor újra kezdődik a titán szilárdságnövelő hatása.

A titánkarbid TiC összetételéből következik, hogy a folyási határ és a szilárdság minimuma ott van, ahol az összetétel a TiC vegyületnek $Ti : C = 4 : 1$ felel meg. Minden olyan ötvözetben, amelyben a titán több, mint négyszerese a szénnek, de a titán abszolútértéke 2%-nál kevesebb, a titán folyási határ és szilárdságnövelő hatása nagymértékben érvényesül, igen nagy mértékben nő az anyag képlékenysége, mert a szén gyakorlatilag teljesen titánkarbid alakjában van kötve. Ezeknél az ötvözeteknél a lágyított, illetve az edzett és megeresztett állapotban mért adatok gyakorlatilag egyeznek, tekintve, hogy ezek az ötvözetek a Jominy-próbák szerint teljesen edzhetetleneknek bizonyulnak.* A 4 : 1-hez határ természetesen nem tulságosan határozott.

A másik összetételi köz, ahol a titán a szilárdsági tulajdonságokat a hőkezeléstől függetlenül javítja, az a szakasz, ahol a Ti az α -vasban oldva van. Ez csak igen kis széntartalomnál lehetséges az állapotára szerint. Ez a magyarázata annak, hogy 0,1% C-tartalom körül a titánadagolás kezdetben javítja a folyási határt, a hőkezeléstől függetlenül, míg nagyobb széntartalomnál lágyított állapotban a folyási határ csökkenése észlelhető a titánkarbid képződése

* Az I. táblázatban bemutatott 0,18% C tartalmú acél keménysége vízben edzve 100 Brinell.

következtében, ami a szilárd oldatból szenet és titánt egyaránt elvon. Ezekben az ötvözetekben a folyási határ növekedése a titán hatására csak edzés és megereztés után észlelhető, de itt is csupán addig, amíg a titánnal titánkarbid alakjában meg nem kötött szén elegendő ahhoz, hogy az ötvözet még edzhető maradjon. A titánötvözetek itt leírt sajátosságait az alábbi utakon lehet gyakorlatilag hasznosítani:

a) a titánkarbid összetételének közelítőleg megfelelő *Ti* és *C*-t tartalmazó acéltípusok rendkívül kis folyáshatárt, igen nagy kontrakciót, ütőmunkát és nyúlást mutatnak. A lágyacéloknak ezt a fajtáját jól lehetne mélyhúzó anyagként hasznosítani, ahol is a gyártásban bizonyos fokú kényelmet jelenthet az a körülmény, hogy az acélt, mint szilíciummal meg nem nyugtatott acélt, lehet gyártani és titánnal megnyugtatni, úgy hogy a dezoxidálás után visszamaradó titán mennyisége az adag széntartalmának kb. négyszerese legyen. A mélyhúzási sajátságok ellenőrzésére az I. táblázatban bemutatott adagokból melegen 5 mm-es lemezt kovácsoltunk, majdpedig hidegen 1 mm-es lemezzé hengereltük. Lágyítás után a 0,08% *C*-tartalmú lágyvas és a 0,18% *C*-tartalmú lágyacél egyaránt 10 Erichsen-számot adott. Bár ez a néhány kísérlet inkább csak tájékoztató jellegű, mégis arra lehet következtetni, hogy a mélyhúzó lemez gyártásánál a titánnal való dezoxidálás és a szénnek az előbb leírt módon titánnal való kötése előnyös gyártási eljárást jelenthet, amivel meg lehetne szüntetni a meg nem nyugtatott acélok felületi egyenlőtlenségéből származó hibákat. Dezoxidáló hatás szempontjából a titán intenzívebb dezoxidáló, mint a szilícium, de kevésbé intenzív, mint az alumínium, az adagolás azonban mindenesetre kényelmes és egyszerűbb, mint az alumíniumé, mert hiszen az előbbieket szerint amúgyis felesleges mennyiségben adagolható.

b) Hegeszthető, nagyszilárdságú szerkezeti acélok.

Régi törekvés volt olyan szerkezeti acélokat készíteni, amelyeknek legalább 35 kg/mm² folyási határjuk és 52 kg/mm² szilárdságuk van és jól hegeszthetők. Mivel ilyen acélokból nagy mennyiségre van szükség, csak olcsó ötvözőelemekkel lehetséges a feladatot megoldani. Kezdetben ilyen célra *Mn-Si* acélokat használtak, majd pedig külföldön elterjedtek a *Cr-Cu* acélok, illetőleg a *Cu-Mn* acélok. Főleg a *Mn-Si* acéloknál megvan az a nehézség, hogy a *Si* a hegesztés szempontjából nem kedvező és így az előírt nagy folyási határt a *C*-tartalom növelésével kell elérni. Általában ezeknek az acéloknak *C*-tartalma (a *Cu*-al ötvözött acélokat nem tekintve) 0,2% körül van, ami a hegeszthetőség szempontjából már kritikus határt jelent. A titánnak azt a sajátságát felhasználva, hogy az edzhetőséget rontja, kétfajta acéltípust lehet kifejleszteni, mint hegesztésre alkalmas nagyszilárdságú szerkezeti acélt. Az egyik ilyen acéltípus kevés *Ti*-al ötvözött és itt a titánnak csak az a célja, hogy viszonylag nagyobb *C*-tartalom legyen megengedhető. A folyási határ előírt értékeinek megvalósítására egyéb ötvözőelemet pl. *Mn*-t. kell használni. Ilyen *Ti*-acél összetételét és szilárdsági adatait mutatja a II. táblázat. Az anyag valamennyi hegesztési próba szerint kifogástalanul hegeszt-

II. TÁBLÁZAT

II. Kis Ti-tartalmú hegeszthető acél szilárdsági adatai.

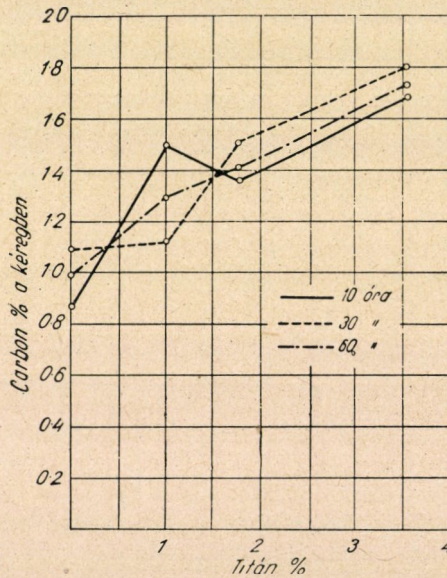
C%	Si%	Mn%	S%	P%	Cu%	Ti%
0,18—0,22	0,18	1,30—1,34	0,055	0,029	0,19—0,23	0,13—0,15

Az analízis adatai 20, illetve 30 mm vastag lemezekre vonatkoznak.

σ_S	σ_B	δ_{10} %	ψ %	A_k	Megjegyzés
43,0	56,0	14	57,5	17,5	hosszirányban
38,5	57,0	21	50,3	8,0	keresztirányban

Hernyóvarrat hajlítópróba; Cabelka ütőpróba, GOSZT hegeszthetőségi próba megfelelő.

hetőnek bizonyul. Az erre vonatkozó adatokat szintén a II. táblázat tartalmazza. Ezen a már részleteiben is vizsgált acéltípuson kívül lehet készíteni olyan acé-



9. ábra. A Ti hatása a cementált kéreg C-tartalmára

lokat is, amelyeknél a *Ti* mennyisége a *C* mennyiség négyszeresét meghaladja, tehát gyakorlatilag az összes *C*-t titánkarbid alakjában megkötve, a fölös titán a folyáshatár növelésére használható. Mint az előzőkből látható, ezeknél az acéloknál az ütőmunka igen nagy értékekre emelkedik. Ezeket az acélokat hegeszthetőség szempontjából még nem vizsgáltuk és így csak példaképpen említem,

hogy 0,23% C, 0,85% Ti és 0,6% Mn 39 kg/mm² folyási határt, 45 kg/mm² szakítószilárdságot és 72%-os kontrakciót mutat lágyított állapotban. Ez az acél edzés iránt tökéletesen érzéketlen.

Mint alkalmazási terület megemlítendő a titánnak az a sajátsága, hogy cementálásnál a szén felvételét lényeges mértékben elősegíti. Ennek szemléltetésére bemutatom a Houdremont (10) kísérleteiből szerkesztett 9. ábrát. A titán egyébként szemcsefinomító hatású is lévén, a cementálás során szemcse-durvulás az idevágó irodalmi adatok szerint nem fog bekövetkezni, viszont éppen a titánnak az edzhetőséget csökkentő hatásából kifolyólag a szokásos C-tartalomnál nagyobb C-tartalmú acélok is alkalmazhatók, esetleg betétben való edzésre. Ezeknek sajátságait a III. táblázat mutatja.

III. TÁBLÁZAT

III. Közepes C-tartalmú, nem edzhető Ti-acél.

Jel	Összetétel					
	C%	Mn%	Si%	Ti%	S%	P%
1	0,32	0,17	0,06	0,74	0,039	0,036
2	0,33	0,21	0,11	0,92	0,038	0,031
3	0,37	0,2	0,1	0,45	0,038	0,030
4	0,55	0,22	0,16	0,86	0,039	0,035

Szilárdsági adatok

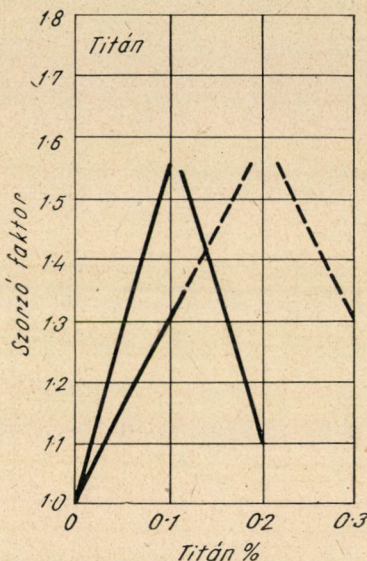
Jel	σ_S	σ_B	δ_{10}	$\psi\%$	A_k	Jominy mm
1	27,0	47,3	23,0	71,0	32,0	0
2	29,0	46,2	23,8	71,0	25,0	0
3	26,0	56,2	21,0	68,0	21,0	0
4	44,2	66,1	18,0	58,0	20,1	4

A 4 jelű adag csak összehasonlításul szolgál.

Végül megemlítendő a titánnak az irodalomból ismert azon sajátsága, hogy a titánnal ötvözött acélok öregedésre nem hajlamosak. Ennek folytán a megadott összetételi határok között kiválasztható olyan acél, amely jó szilárdságot, folyási határt és kiválóan nagy ütőmunkát mutat és egyben az öregedésre nem érzékeny.

6. Nemesíthető titánacélok

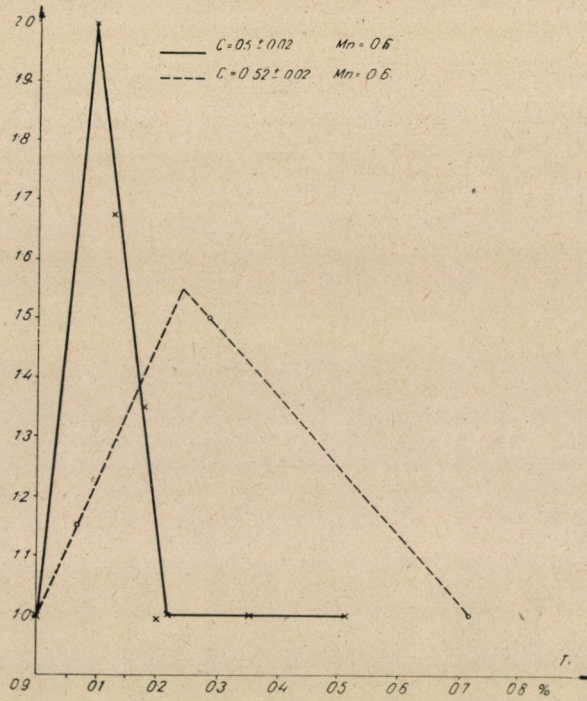
Mint az egyensúlyi-diagramm izotermikus metszete mutatja, a gyakorlat számára hozzáférhető edzési hőmérsékleteken a titánacélok csak igen korlátozott összetételekben gyárthatók. A 0,2—0,4% C-tartalmú acélokhöz titán nem adagolható számottevő mennyiségben, anélkül, hogy az edzhetőség, 900 °-ról való edzést feltételezve, ne romlanék. Ennek folytán olyan acéltípusokat készítettünk, amelyeknek C-tartalma a szerkezeti acéloknál megszokott értékeket meghaladja. A diagrammból látható, hogy 0,5—0,6% C között lehet a maximális



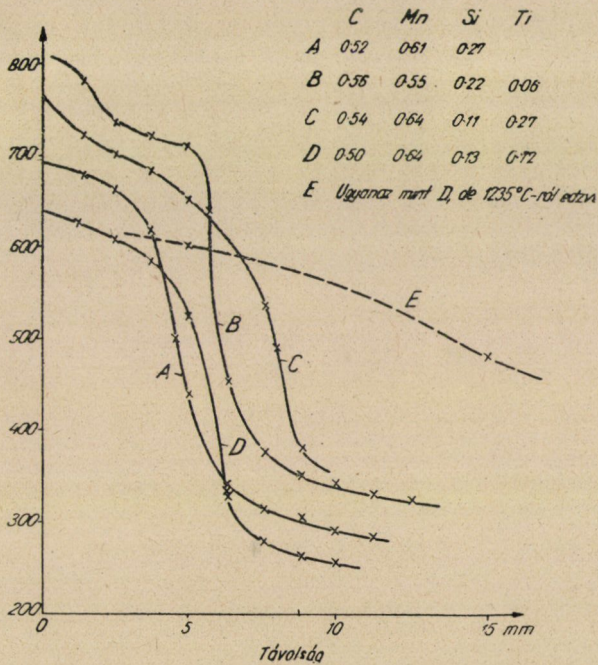
10a. ábra. A Ti befolyása az átedzhetőségre

titánötvözt alkalmazni ahhoz, hogy 900°-on az acél tisztán austenites legyen. Ezeknél az acéloknál a titán az edzhetőséget igen erősen befolyásolja. Arra, hogy a titán az edzhetőséget javíthatja is, a régebbi irodalmi adatokkal ellentétben *Kraft* és *Lamont* mutattak rá. Az ő dolgozatuk eredetiben nem volt hozzáférhető és így diagrammjukat csak a *National Metals Handbook* nyomán mutatom be. Ezek szerint a titán az edzhetőséget bizonyos koncentrációig növeli, majd pedig csökkenti (10/a ábra). Ellenőrzésképpen 0,5% C, 0,6% Mn összetételű sorozatot vizsgáltunk változó titántartalommal.

A titán befolyását az edzhetőségre 870°-on Jominy-edzőpróbákkal ellenőriztük. A titánt nem tartalmazó szénacél átedzhetőségét egységnyinek felvéve, meghatároztuk a titántartalom függvényében az átedzhető ideális átmérőket és ezeket a tiszta szénacél eszményi átmérőjéhez viszonyítva tüntettük fel, Ugyanebben a diagrammban feltüntettük *Northcott* és *McLean* hasonló méréseit. akik kb. hasonló összetételű acélokat 1000 C° edzési hőmérsékleten vizsgáltak.

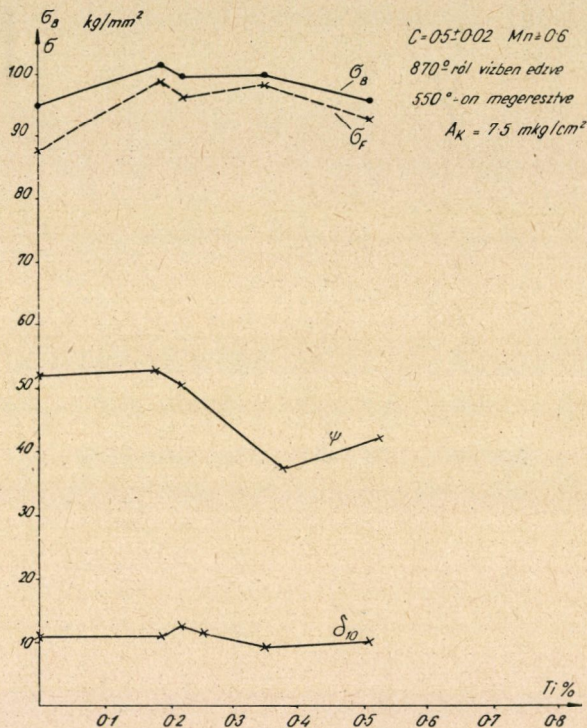


10b. ábra. A Ti befolyása az átédzhetőségre



10c. ábra. Northcott és McLean által felvett Jominy görbék

A két görbét a 10/b ábra mutatja. Saját méréseink azt mutatják, hogy 0,1% titán hatására az átedzhetőség kétszeresére növekszik, míg Northcott és McLean csak 1,55-szörös növekedést észleltek és a legnagyobb átedzhetőséget kb. 0,25 titánnál kapták. Az eltérés oka nyilván az edzési hőmérsékletben keresendő, mert nagyobb hőmérsékleten az austenit több titánt old. A maximális átedzhető átmérőben talált eltérés pedig onnan eredhet, hogy Northcott és McLean éppen a várható legnagyobb átedzhetőségi érték körül viszonylag kevés mérést

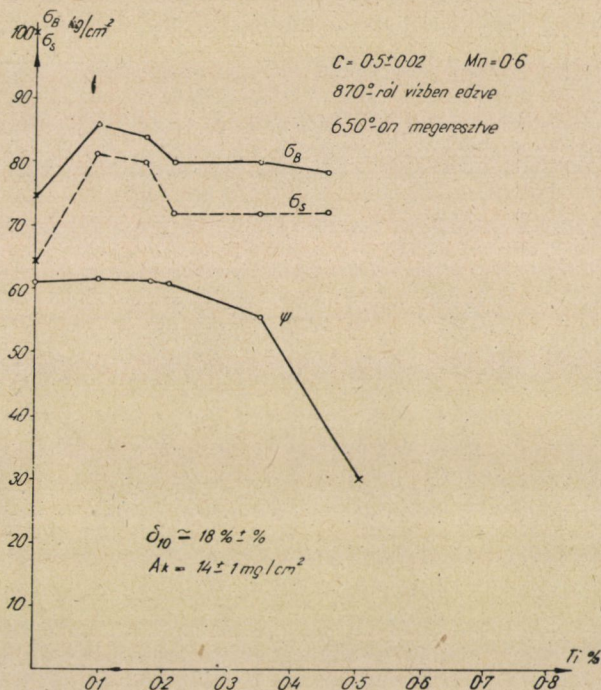


11a. ábra. Edzhető Ti-acélok szilárdsági adatai 550 °C-on megeresztve

végeztek és így a maximum kevésbé határozottan jelentkeznek. Az edzhetőségi görbék alakjának meggyarázata lehet az, hogy mindaddig, amíg a titán az austenitben oldódik, az edzhetőséget javítja, amint azonban titánkarbid képződik, az edzhetőséget rohamosan rontja, mert titánt és szenet von el a szilárd oldatból, a titánkarbid pedig csak 1200 °C tájékán oldódik az austenitben, tehát gyakorlati célokra, mint nemesíthető acélok, ezek már nem használhatók. Miután az edzhetőségi görbe ilyen éles maximumot mutat, természetesen nem lehet a titánnak avval a hatásával számolni, hogy az edzhetőséget kétszeresre fogja növelni. A görbe laboratóriumban jól meghatározható, azonban sorozatos gyártásnál a titán értékét nem lehet pontosan szabályozni és már néhány század százaléknyi

eltérés a diagramm szerint lényegesen kisebb átedzhetőséget ad, mint az eddig legnagyobbnak talált kétszeres szorzótényező. Azonban gyakorlatilag jól szabályozható értéket jelent a 0,05—0,15% közötti titántartalom, amely pedig a diagramm szerint 1,5-szörös átedzhetőségnek felel meg. A diagramm adatai alapján bizonyos, hogy a titánötvözésnél esetleg bekövetkezhető szóródás 0,5% C-tartalomnál egészen 0,5% Ti-tartalomig az edzhetőséget nem rontja.

Az edzhető titánacélok szilárdsági adatait a 11/a és b ábra mutatja. Az ábrából kitűnik, hogy mind 550, mind 650°-on való megeresztés után a titán a folyási



11b. ábra. Edzhető Ti-acélok szilárdsági adatai 650 C°-on megeresztve

határt jelentékenyen növeli, az ütőmunkát, a kontrakciót és a nyúlást pedig számottevően nem befolyásolja, egészen addig a határig, amíg az átedzhetőség értéke jobb, mint a titán nem tartalmazó szénacélé. Az edzhetőségi görbe és a szilárdsági görbék igen jól fedik egymást, ami abból látható, hogy kb. 0,2% titánnál éri el az átedzhetőség megint a szénacél átedzhetőségét. Innen kezdve az acél kontrakciója a titán függvényében csökkenő jelleget mutat. Gyakorlati érteleme az edzhetőség és evvel együtt a szilárdsági tulajdonságok javításában a titánötvözésnek tehát csak addig van, amíg a titán az edzési hőfokon az austenitben oldódik. Ez a határ pedig meglehetősen szűk és a nemesíthető acéloknál szokott széntartalomnál nem használható ki. Ezért volt szükség a $C = 0,5—0,6\%$, $Ti = 0,05—0,15\%$ összetételű acélok készítésére, amelyek az egyéb ötvözőktől

is függően átedzhetőségben és főleg a folyási határ növelésében jelentős előnyöket mutatnak a titánnal nem ötvözött acélokhoz képest. Az elérhető szilárdsági eredményeket természetesen az egyéb ötvözőelemek is befolyásolják. Ezek közül a kísérletsorozatok közül itt most csak a *Mn* hatásának vizsgálatára térek ki. Igen valószínűnek látszik az, hogy a *Mn*-nal való ötvözés a gamma-mező kiszélesítéséhez vezet, ennek folytán a *Mn*-acélokból a még hatásos titán értéke nagyobb lehet. Erre vonatkozóan tájékoztató adatokat nyújt a IV. táblázat.

IV. TÁBLÁZAT

IV. Ötvözőelemek hatása a Ti-acélok átedzhetőségére.

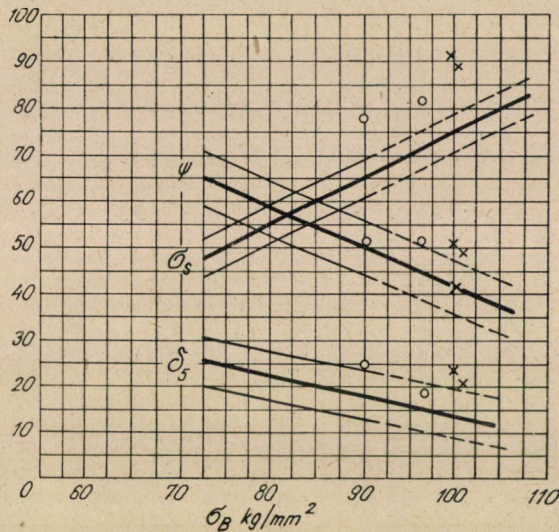
C%	Mn%	Si%	Ti%	Jominy mm
0,46	0,2	0,17	0,17	13
0,43	2,09	0,40	0,01	30
0,34	1,5	0,4	0,24	22
0,5	0,6	0,25	0,1	20
0,52	0,7	1,25	0,1	9

A titánötvözésű acélok a közönséges *Mn*-acélokkal összehasonlítva 0,6—1,5% és 2% *Mn*-tartalomnál egyaránt minden szempontból kedvezőbb szilárdsági értékeket mutat. Ennek igazolására *Hallen* és *Meyer* (11) közölte statisztikai diagrammba berajzoltuk néhány kísérleti adag szilárdsági értékeit (12. ábra). A diagramm a szakítószilárdság függvényében tünteti fel a kontrakció, nyúlás és folyási határ változását. Az adatokat üzemi statisztikai adatok alapján határoztuk meg és a vastagon kihúzott vonal a nagyszámú adat középértékét, a vékony vonalak pedig az alsó és felső határokat jelentik. Saját kísérleti eredményeink közül két különböző összetételi határ között rajzoltuk be az értékeket, mégpedig a nagyszámú kísérlet közül a legrosszabb és legjobb eredményeket adókat egyaránt. (A o jelzés 30 mm átmérőre, az x jelzés 60 mm átmérőre vonatkozik.) A diagramm világosan mutatja, hogy a titánnal ötvözött acélok mindenkor nagyobb a folyási határa, mint a titánnélküli acéloknak és egyéb sajátságai, mint a kontrakció és nyúlás, legalább is nem rosszabbak, mint a *Mn*-acéloknál elérhető legjobb érték. Következésképpen várható, hogy a titánnal ötvözött acélok a megadott összetételi határok között nagyobb szelvényben edzhetők át és ugyanakkor a folyási határ erősen megjavul. A σ_S/σ_B viszony *Mn*-acéloknál átlagosan 55%, a titánacéloknál 80—90%.

Ezek szerint ez az acélfajta gépszerkezeti szempontból 50—60%-kal jobban terhelhető és sok területen jelentős súlymegtakarítást eredményezhet.

A *Mn-Ti*-acélokkal az átedzhető szelvény határain belül el lehet érni a közepesen ötvözött *Cr-Ni* acélok sajátságait. A *Cr-Ni* acélok helyettesítésére azonban a *Mn-Ti* acél megbízhatóan csak 60 mm \varnothing -ig használható, függetlenül attól, hogy a kísérletek során adódott olyan adag is, amelynek átedzhető ideális szelvényátmérője 100 mm volt.

Röviden megemlítem, hogy a nemesíthető ötvözetek sorában a *Cr-Mn-Ti* acélok lényegileg a *Cr-Mn-V* acélokkal azonos sajátságokat adnak, ha a titán kb. a fele a *Cr-Mn-V* acélokban szokásos vanádium mennyiségének. Ez már



○ $C=0.43-0.47$ $Mn=0.8+1.0$ $Si=0.66$ $Ti=0.32$
 × $C=0.53-0.6$ $Mn=0.8-1.0$ $Si=0.34$ $Ti \leq 0.1$

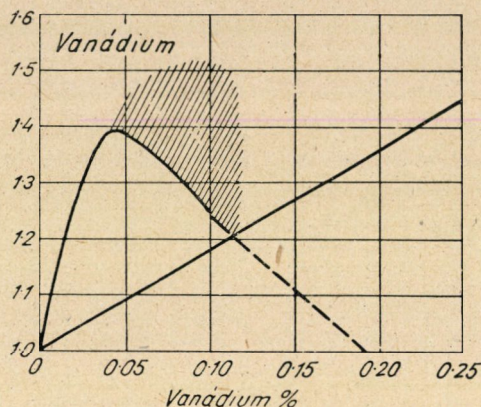
12. ábra. A Mn-acél és Ti-Mn acél összehasonlítása

elvileg következik a két ötvözőelem hasonló természetéből, továbbá edzhetőségi diagrammjuk összehasonlításából (13. ábra).

Néhány tájékoztató adat alapján úgylátszik, hogy a nagyobb *Si*-tartalmú acélokban az átedzhetőségre gyakorolt hatás kevésbé jó, mint a *Mn*-nal ötvözött acéloknál. Erre összehasonlításként szolgál a IV. táblázat. Bár a szilíciumos kísérleti adagoknál a *C-Mn* és *Si* értékei kisebb-nagyobb szórásokat mutatnak, mégis az V. táblázat adatai alapján kitűnik a titánnak elsősorban a folyási határ szempontjából való előnyös hatása.

Összefoglalva tehát a nemesíthető *Ti* acélok területén folytatott kísérletek főbb eredményeit, megállapítható, hogy megfelelő *Ti*-nal az átedzhetőség jelentős mértékben növelhető. Ez a hatás főleg akkor nyilvánul meg, ha egy, az α - γ -átalakulás hőmérsékletét csökkentő ötvözőelem is van az acélban.

Végül a *Ti*-nak az átedzésre gyakorolt hatását a fentebb megadott összeté-
teli határok között lényegileg a bór hatásával tekinthetjük azonosnak. A bórnak az



13. ábra. A V hatása az átedzhetőségre

V. TÁBLÁZAT

V. A *Ti* ötvözés hatása Mn-Si acélokban.

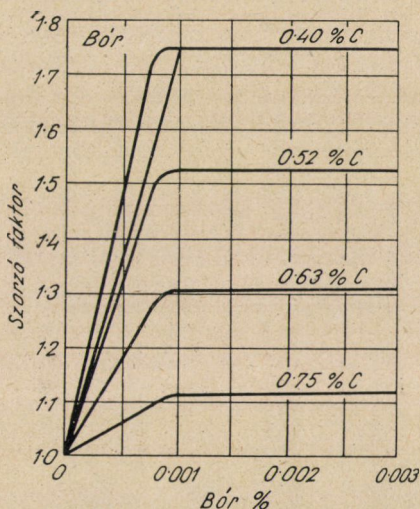
Jel	C%	Mn%	Si%	Ti%	S%	P%	Jominy mm
1	0,65	0,61	0,84	—	0,033	0,038	8
2	0,55	0,7	1,23	0,11	0,04	0,038	9
3	0,49	0,57	0,72	0,65	0,037	0,04	8

Szilárdsági adatok

Jel	σ_S	σ_B	δ_{10}	$\Psi\%$	A_k	Megjegyzés
1	109,0	111,0	9,5	34,0	4,3	870°-ról vízben edzve, 550°-on megeresztve
2	104,5	123,0	12,0	45,0	4,0	
3	91,1	95,3	11,0	49,0	8,7	
1	45,2	86,0	16,0	52,0	10,2	650°-on megeresztve
2	84,0	87,3	16,5	56,2	9,3	
3	68,1	81,0	15,8	56,4	10,6	

átedzésre gyakorolt hatását a 14. ábra mutatja (12). Az előbbieket szerint az ötvözés
szórását is figyelembevéve a *Ti*-tól kb. 1,5-szeres átedzhetőséget lehet várni,

míg a szokásos C-tartalmú nemesíthető szerkezeti acélokban a bórötvözés sem mutat többet. Figyelembevétel, hogy a bórral való ötvözés is bizonyos fokú bizonytalanságot jelent, továbbá azt, hogy a bór az acél minőségi adatait nem befolyásolja előnyösen, míg a Ti feltétlenül előnyösen befolyásolja, megállapít-



14. ábra. A bór hatása az átédzhetőségre

ható, hogy egyes nemesíthető acélfajtákban a Ti -nal való ötvözés a bórral szemben nemcsak egyenértékűnek, hanem jobbnak bizonyul.

7. Nagyfrekvenciásan edzhető acéltípusok

A nagyfrekvenciás edzésnél a hőhatást részben az átmágnesezési veszteség, részben pedig az indukált áramok Joule-hője okozza. Mivel a Curie-ponton felül az átmágnesezésből eredő veszteség erősen csökken, ezért azok az acélfajták, amelyeknél az Ac_2 pont hőmérséklete jelentősen alacsonyabb, mint az Ac_3 átalakulás hőmérséklete, nagyfrekvenciásan nehezen edzhetőek, mert felhevítésükhöz jelentékeny energiatöbbletre van szükség. A C-acélok közül nagyfrekvenciás edzés céljára a fenti feltételnek megfelelően a legalább 0,45% C-tartalmú acélok felelnek meg. Ezeknél ugyanis megvan az előbbi feltétel, t. i. $Ac_2 \cong Ac_3$.

Nagyfrekvenciásan edzhető acélnál tehát csak olyan ötvözőelemek jöhetnek szóba, amelyek az Ac_3 pontot nem emelik jelentős mértékben. A tiszta C-acél nagyfrekvenciás edzés céljaira alkalmas ugyan, de tekintve kis folyási határát, nem mondható egyenértékűnek a betétben edzett ötvözött acélokkal. Amennyiben a betétedzési eljárás helyett nagyfrekvenciás edzésre térnénk át, úgy igen sok géprészt kellene átszerkeszteni, ha az Ac 45,61. acélfajta, mint nagyfrekvenciásan edzhető anyag kerülne alkalmazásra.

A Szovjetunióban nagyfrekvenciás edzés céljára közönséges C-acélokon kívül főleg *Cr-Ni* és *Cr-Ni-W* acélokat használnak a VI. táblázatban megadott összetételek szerint. Figyelembevéve a *Ti*-nak a folyási határra gyakorolt igen előnyös hatását, a *Ti*-acélok nagyfrekvenciás edzésre is alkalmasak. A *Ti*- az Ac_2 hőmérsékletet gyakorlatilag nem befolyásolja. Kétségtelen, hogy a *Ti*-nak az Ac_3 pontra gyakorolt hatása teljesen elhanyagolható.

VI. TÁBLÁZAT

VI. A Szovjetunióban használt nagyfrekvenciás edzésre alkalmas acélok

Jel	C%	Si%	Mn%	S%	P%	Cr%	Ni%	W%
40X	0,39—0,47	0,22—0,29	0,67—0,70	0,032	0,027	0,87—0,96	0,12—0,16	—
40	0,39—0,43	0,21—0,27	0,69—0,73	0,036	0,036	—	—	—
45	0,47	0,23	0,47	—	—	—	—	—
50	0,51	0,35	0,53	0,045	0,045	—	—	—
7	0,75	0,16	0,32	0,019	0,021	—	—	—
8	0,83	0,29	0,32	0,033	0,036	0,08	—	—
10	1,08	0,22	0,29	0,012	0,026	—	—	—
12	1,17	0,25	0,20	0,025	0,028	—	—	—
	1,04	0,10	0,85	0,013	0,020	1,13	0,19	0,91
9	1,08	0,15	0,29	0,008	0,023	0,78	0,14	—
15	1,00	0,30	0,25	—	0,021	1,55	0,25	—
9	0,83	1,55	0,55	—	—	1,3	0,3	—

Az austenitmező határának a Curie-ponttal való metszéspontja C-acéloknál az egyensúlyi diagramm »O« pontja, kb. 0,45% C tartalommal. *Ti*-acéloknál 0,5—0,6% közötti C-tartalomnál, 0,6 vagy annál nagyobb Mn-tartalomnál az Ac_2 hőmérséklete már nem figyelhető meg, ha a *Ti* 0,2%-nál kevesebb. Ennek folytán nagyfrekvenciás edzés céljára a nemesíthető acéloknál ismertett acélfajták megfelelnek, avval a különbséggel, hogy a C-tartalom az ott megadott értéknél még valamivel nagyobb is lehet. Az ilyen, kereken 0,6% C, 0,1—0,2% *Ti*-tartalmú acélok a EC80 betétedzésű acéllal azonos szilárdsági értékeket eredményeznek nemesített állapotban és kb. 60-as szelvényátmérőig nemesíthetők.

A VII. táblázatban összehasonlításképpen megadjuk a Csehszlovákiában használatos nagyfrekvenciás edzésre alkalmas Poldi-acélok adatait, összehasonlítva a nálunk kidolgozott *Mn-Ti* acélokkal. Az adatok általában azt mutatják,

VII. TÁBLÁZAT

VII. Nagyfrekvenciás edzésre alkalmas és betétben edzhető acélok összehasonlítása

Jel	Megjelölés	C%	Mn%	Si%	Cr%	Ti%
EVF. 50	Poldi	0,5	0,52	0,4	—	—
EVF. 55	Poldi	0,56	0,62	0,4	—	—
EVF. 105	Poldi	0,64	0,62	0,28	0,5	—
Mn-Ti		0,6	1,0	0,3	—	0,1
EC. 80	betét- edzésű	0,12— 0,17	1,4	0,35	0,8—1,0	—

Jel	σ_S	σ_B	δ_5	Ψ	H_c	
EVF. 50	50	80	12	45	63	—
EVF. 55	70	90	10	45	63	—
EVF. 105	75	100	12	50	63	—
Mn-Ti	80	95	16	50	63	—
EC. 80	40—70	58—100	16—10	—	—	—

hogy a *Mn-Ti* acél 60 mm szelvényátmérőig a *C*-acélokat felülmulja és eléri az EC 80 betétben edzhető acél szilárdságát. Ez egyben azt mutatja, hogy hazai viszonyok között a *Ti*-acél erre a célra alkalmas anélkül, hogy nemes ötvözőt felhasználnánk másrészt pedig a nagyfrekvenciásan edzhető és eddig betétben edzett alkatrészek újraszerkesztése nélkül lehet áttérni a nagyfrekvenciás hőkezelés nagyobb méretű ipari alkalmazására. Ilyen nagyfrekvenciás edzett acélokat féllánc talpas traktorokban már kipróbáltunk és jelenleg folyik nagyfrekvenciásan edzett fogaskerekek üzemi próbája.

8. Nagy tartósfolysági határú acélok

A nagy tartósfolysági határú acélok klasszikus, legjobban bevált típusa a *Mo*-, illetve a *Cr-Mo*-acél volt. Mivel a *Mo* mindenhol a világon az egyre fokozódó igényekhez képest egyre kisebb mértékben áll rendelkezésre, indokolt a *Mo* megfelelő helyettesítéséről idejében gondoskodni. A *Ti*-nek ilyen alkalmazási lehetőségére először *Bardenhauer* és *Fischer* (13) mutattak rá. Általában az irodalomban már kialakult az a felfogás, hogy nagy tartós folysági határt azokkal az

ötvözőkkel lehet elérni, amelyek az A_{c_3} pont hőmérsékletét emelik és ezek között is a tartós folyási határ legnagyobb értékét az az összetétel adja, amely a zárt γ -mezőn még éppen belül esik. A Ti is zárt γ -mezőt alkot. Az α — γ -átalakulás adatait a Ti -tartalom függvényében a 3. ábra mutatta. Ezért azok az acélok, amelyek a zárt γ -mezőn belül a legnagyobb telítettségű austenitet eredményezik, kielégítően nagy tartós folyási határt mutatnak. A kérdést Bardenhauer és Fischer részletesen vizsgálták, ezért kísérleteink csak az ő adataik ellenőrzésére szorítkoztak. Az eredményeket a VIII. táblázat mutatja. Bár éppen a nagy tartós folyási határral bíró acélok megítélése nagy óvatosságot kíván, mégis úgy látszik, hogy a Ti a Mo pótlását illetően be fogja váltani a hozzá fűzött reményeket.

VIII. TÁBLÁZAT

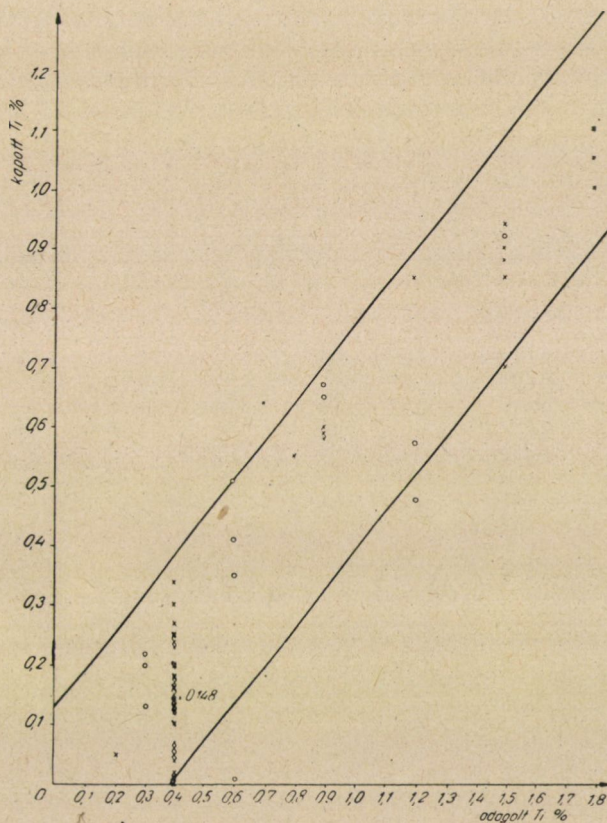
VIII. Ti és Cr - Ti acélok tartósfolyási határa

Jel	C%	Mn%	Si%	Cr%	Ti%	Tartósfolyási határ 500° C-on
320	0,09	1,6	0,34	—	0,43	15,0
MnTi. 2	0,12	1,81	0,29	—	0,025	6,25
MnTi. 3	0,11	1,78	0,37	—	0,05	9,5
CrTi. 1	0,16	0,62	1,18	2,85	0,87	19,5
CrTi. 2	0,10	0,34	0,64	3,32	0,72	12,0

9. A Ti adagolása

A Ti ötvözésére eddig az irodalomban csak a ferrotitánnal való ötvözés volt ismeretes. A Ti -t általában 20—40%-os ferrotitán alakjában adagolták. Figyelembevéve a Ti -nak az oxigén és nitrogénhez való nagy vegyrokonságát, mindig igen nagy elégés mutatkozik. Ezért a Ti -t valamennyi kísérleti adagnál az üstbe adagoltuk. A kiegészről és a Ti ötvözés találati biztonságáról némi képet nyújt a 15. ábra. Nagyobb Ti -tartalmú ötvözetek gyártásánál a viszonylag kis Ti -tartalmú ferrotitán a fürdőt erősen lehűti, ami az amúgy is sűrűn folyásra hajlamos Ti -acélok öntését még nehezkesebbé teszi. Ezért igen előnyösnek látszik a fémtitánnal való ötvözés alkalmazása. A fémtitán elége, mint azt a 15. ábra mutatja, egyáltalában nem nagyobb, sőt inkább kisebbnek mondható a ferrotitánnal tapasztalt kéiégnél. Ennek folytán a fémtitán a ferrotitánnal előnyösebben és kényelmesebben alkalmazható, mint ötvözőelem. Ennek a

körülménynek főleg azért van nagy jelentősége, mert mint a bevezetésben kimutattuk, a bauxitokból termelhető Ti -nál — amikor a feldolgozás fémtitánra történik — azonos mennyiségű bauxitból kb. kétszer annyi fémtitánt lehet előállítani, mint amennyi ferrotitánt. Természetesen a fémtitán ára ma még sokkal nagyobb, azonban a távolabbi jövőben megvan a lehetőség arra, hogy a bauxit-



15. ábra. Az üstbe adagolt és a visszamaradó Ti közötti összefüggés. A o fém titán, a x jelölt pontok pedig ferrotitán adagolásnak felelnek meg

ből kitermelhető fémtitán olcsóbb legyen, mint az ugyancsak bauxitból kapott ferrotitán. Ennek magyarázata nem csupán abban rejlik, hogy a fémtitán gyártási módszere egyre inkább fejlődik, hanem abban is, hogy a ferrotitánnak bauxitból történő előállításához jelentős mennyiségű kénsavra van szükség a ferrotitán aluminotermikus előállításánál pedig igen jelentős a Ti -veszteség.

A közölt adatok természetesen csak tájékoztató jellegűek lehetnek, a 15. ábrának megfelelő valóságos diagrammot csak üzemi kísérletek alapján lehet meghatározni.

10. Összefoglalás

A *Ti*, mint ötvözőelem hatásáról elvileg a következők állapíthatók meg. A *Ti* az α -vasban 2%-ig oldódik. Ennél nagyobb *Ti*-tartalomnál a rideg Fe_2Ti , (illetve Fe_3Ti) fázis keletkezik, ennek folytán a 2%-nál nagyobb *Ti*-tartalmú acélok szerkezeti acélnak nem alkalmasak. A szilárdsági tulajdonságokat a *Ti* előnyösen befolyásolja akkor, ha az α -vasban oldva van, amely feltétel két koncentráció határtól kezdve teljesül a *C*-tartalomtól függően. Az egyik területet azok a kis *Ti*-tartalmú acélok jelentik, ahol *TiC* képződés még nincsen. Ez a *C*-tartalomtól függ. És itt a néhány tizedszázalék *Ti* csak a kis *C*-tartalmú acélok folyási határát növeli. Jelentős azonban a *Ti*-nak a folyási határt növelő hatása azokban az ötvözetekben, melyeknél a *Ti*-*C* arány 4 : 1-nél nagyobb. Itt a folyáshatár növekedéséhez az ütőmunka értékének jelentős növekedése csatlakozik. Mivel a *Ti*-tartalom az előbb mondottak szerint 2%-nál nagyobb nem lehet, ilyen acélok előnyösen csak 0,1—0,5% *C*-tartalmúak lehetnek. Azok a kis *C*-tartalmú acélok, melyeknél az összetétel kb. a titánkarbid vegyi összetételének felel meg, vagy ennek a környezetében van, igen jó alakíthatósággal rendelkeznek. A nagyobb *C*-tartalmú és kevés *Ti*-t tartalmazó acélokban (0,25—0,4% *C* és néhány tized% *Ti*), mint az egyensúlyi diagramm izotermikus metszetéből következik, a *Ti* az edzhetőséget rontja, azonban mindaddig, míg az acél egyáltalában edzhető, nemesített állapotban a folyási határ nőni fog, lágyított állapotban azonban a szilárdsági értékek romlanak.

Végül azon határok között, amelyek a 900°-os izotermikus metszetben tiszta γ -fázist eredményeznek, a *Ti* az acél átédzhetőségét növeli és evvel együtt növekszik a folyási határ értéke, anélkül, hogy az acél egyéb sajátságai romlanának.

Összefoglalva a *Ti*-nal való ötvözés nyújtotta lehetőségeket, az eddigi kísérletek alapján kijelölhető a *Ti*-nak, mint ötvözőelemnek néhány fontosabb alkalmazási területe. Ezek rendre a következők :

a) Azok az acélok, melyeknél a *Ti* mennyisége 3—5-szöröse a *C* mennyiségének és a *C*-tartalom 0,1—0,2 között van, igen lágy, jól mélyhúzható acélféleséget eredményeznek. Ezeknek a gyártását célszerű lenne a szokásos meg nem nyugtatott acélok helyett *Ti*-nal való dezoxidálással végezni.

b) A betétben edzhető acélfajtáknál a *Ti* alkalmazása a szokásosnál nagyobb *C*-tartalom használatát is megengedi. Ennek következtében a *Ti* nemcsak arra alkalmazható, hogy a *C*-felvételét a cementálás során meggyorsítsa, hanem a *C* és *Ti*-tartalom megfelelő kombinációjával teljesen edzhetetlen acélok is előállíthatók a közönséges *C*-acélnál nagyobb folyási határral és lényegesen nagyobb ütőmunkával. Ezen kívül a *Ti* a szemcsedurvulásra való hajlamoságot erősen csökkenti.

c) A *Ti*-acélok igen alkalmasak öregedésnek kitett szerkezetek készítésére, tekintve, hogy a *Ti* az öregedést gátolja. Ennek folytán kazánlemez, magasabb

hőfokon használt vegyi ipari berendezések készítésére a *Ti*-acélok igen megfelelőek lesznek.

d) A 0,5—0,6% *C* tartalmú acélok átédzhetőségét a *Ti* jelentősen növeli, ennek folytán egy, a *Mn*-acélt főleg a folyási határ szempontjából messze felülmúló acélfajta készíthető, amely szilárdsági adatai alapján részben a szerkezeti anyag jobb kihasználását teszi lehetővé ott, ahol eddig a közönséges *Mn*-acél megfelelt, részben pedig 60 mm szelvényátmérőig a nemes acélok póttanyagául szolgálhat.

e) A *Ti* ötvözéssel megoldható a nagyfrekvenciásan edzhető acélok feladata is és a nagyfrekvenciásan edzett *Mn-Ti* acél a betétben edzett *Cr*-al ötvözött acélokkal egyenértékűnek tekinthető.

f) A nagy tartósfolyási határú acélokból a *Mo* pótlására is szóba jöhetnek a *Ti*-acélok.

g) A *Ti* ötvözéssel készíthető az A5035 eddig alkalmazott acélfajta helyett egy 35-nél nagyobb folyási határral rendelkező, igen jól hegeszthető acél, amely hivatva lenne megszüntetni az eddig használt A5035-nek azt a kellemetlen sajátosságát, hogy nagy *C*-tartalma miatt vastag szelvényben csak nagyon rosszul hegeszthető.

Mint a bevezetésben is hangsúlyoztuk, a *Ti*-al való ötvözésnek ezek az alkalmazásai egyelőre csak a főbb irányok kijelölését jelentik. A felsoroltak közül több acélfajta már nagyobb méretekben is kipróbáltunk, azonban a *Ti*-nak mint ötvözőelemnek végleges alkalmazási területeit a Vasipari Kutató Intézet még most folyamatban levő további kísérletei fogják majd eldönteni.

Végül köszönetemet kell kifejezmem a Vasipari Kutató Intézet metallurgiai osztályának, ahol a kísérleti adagokat készítették és az osztály vezetőjének, *Hajtó Nándor* egyetemi docensnek, aki a kísérletek során messzemenően támogatott. És végül, de elsősorban *Pásztor János* és *Prohászka János* aspiránsoknak, akik főleg a legutolsó kísérletsorozatnál igen nagy mértékben voltak segítségemre.

IRODALOM

1. *Schmidt E. R.* : ref. Geleji : Alumínium-kézikönyv.
2. *Lányi B.* : Bányászati és Kohászati Lapok, 1950.
3. *Tofaute és Büttinghaus* : Archiv für das Eisenhüttenwesen. 12 (1938) 33.
4. *Houdremont, Naumann és Schrader* : Archiv für das Eisenhüttenwesen, 16 (1942) 57.
5. *Kraft és Lamont* : T. A. I. M. E. 158 (1944) 157.
6. *Gajev* : Metallurg, 10 (1934) 19.
7. *Northcott és McLean* : Journal of the Iron and Steel Institute, 1948.
8. *Szvecnyikov és Gridnyev* : Kontorovics : Az acél és öntöttvas hőkezelése c. könyve nyomán.
9. *Cadoff és Nielsen* : Journal of Metals, 5 (1953) 248. old. febr.
10. *Houdremont és Schrader* : Archiv für das Eisenhüttenwesen 8 (1934/35) 445.
11. *Hallen és Meyer* : Techn. Mitt. Krupp. Forschungsberichte, 2 (1939) 215.
12. *Grange és Garvey* : Trans. A. S. M. 27 (1946) 136.
13. *Bardenhauer és Fischer* : Archiv f. d. Eisenhüttenwesen.

HOZZÁSZÓLÁSOK

VERÓ JÓZSEF

Az előadás elvi részével, a Fe-Ti-C ötvözetrendszer diagrammjának értelmezésével, a részben nem egyező részletek összehangolásának szükségességével egyetértek. Azt szónvá kell tennem, hogy az 1°/perc lehűlési és hevítési sebességgel készült dilatométer-görbék magukban kritikus pont meghatározásra és az egyensúlyi diagramm metszeteinek szerkesztésére alig felelnek meg, a meg is említett 20—30 fokos hiszterézis miatt. Egy-két izotermás metszetnek szövetvizsgálat alapján való meghatározása a kívánt célt jobban szolgálta volna: a dilatométer görbékből kapott adatok segítséget jelentettek volna az erre a célra szolgáló ötvözetek kiválasztásához.

Az elvégzett kísérletek gyakorlati vonatkozású részének az egyes acél-fajták olvasztásának, feldolgozásának és mechanikai tulajdonságaik vizsgálatának módszere általában szintén helyes.

Nagyon lényeges, hogy a mechanikai tulajdonságokat, mint az említve van, különböző nagyságú szelvényből vett próbatesteken vizsgálta. Kár, hogy a továbbiakban a szelvényről már kevesebb szó esik s mindössze egyszer, és a 12. ábrában közli világosan, melyik adat milyen szelvényre vonatkozik. Ugyanez kívánatos volna pl. a nagyfrekvenciásan edzhető acélokra nézve, illetve a VII. táblázat adataira nézve is.

Az átedzésre vonatkozó részben ellentmondást látok: a szerző kísérletei szerint 870°-ról való edzéskor 0,1% Ti megkétszerezi az edződő szelvény átmérőjét, Northcott és McLean pedig 1000°-ról végezve hasonló acélok edzését, a szelvényátmérőnek csak 1,55-szörös növekedését észlelték. Magyarozatként a szerző azt írja, hogy »az eltérés oka nyilván az edzési hőmérsékletben keresendő, mert nagyobb hőmérsékleten az austenit több titánt tud oldani. «Ha ez a magyarázat helyes, akkor Northcott-éknak kellett volna az edződő szelvénynek erősebb növekedését észlelniök, mert az edződő szelvény nagyságát az austenitben oldott ötvözőfém, ez esetben titán növeli meg, még pedig legtöbbször az oldott mennyiséggel arányos mértékben. Ha tehát Northcott nagyobb hőfokról edzett és evvel több titánt vitt oldatba az austenitben, az edződő szelvénynek nagyobb mértékű növekedését kellett volna eredményül kapnia, mint ahogy a szerző kapta. A közölt két szám ennek ép az ellenkezőjét mondja.

Nem kívánom bírálni azt a reménnyel teli perspektívát, amellyel a szerző elejétől végig átszövi előadását, de meg kell mondanom, nem mernék annyira optimista lenni, mint a szerző. A tárgyalt témák majdnem kivétel nélkül a laboratóriumi kísérletezés stádiumában vannak, ideértve mindjárt bevezetőben adott kiindulást is, a titánnak vörösiszapból való kitermelését. Még a laboratóriumi munka sincsen befejezve, még sokkal több adatot kell majd összegyűjteni, mint amennyit a szerző az előadásában közöl. A nemesíthető acélok ütőmunkáját pl. még sokkal alaposabban kell majd megvizsgálni olyan próbatesteken, amelyeknek produkálása körülményeink között elég hosszú időt kíván; a nagy, tartós folyáshatárú acélokat több ezer órás kísérlettel még meg kell vizsgálni ridegedés szempontjából, ezek a kísérletek nem csak sokáig tartanak, hanem nagyon nehezen szervezhetőek meg. A laboratóriumi kísérletek kiegészítése után felmerül majd egy sereg metallurgiai probléma, amelyeket

szintén nem könnyű megoldani, amint a titánnal ötvözött, hegeszthető, acél esetében máris tapasztaltuk. Azután még a konstruktőrök idegenkedését minden új anyagtól kell majd leküzdeni. Röviden a laboratóriumban félig meddig kikísérletezett eredményektől az üzemi termelésig munkában és időben kifejezve nagyon hosszú út vezet és ezen az úton nem épen ritka a kellemetlen meglepetés. Helyes ebből a szempontból, hogy a szerző maga »csak első tájékoztató«-nak nevezi előadását és avval fejezi be, hogy előadása »csak a főbb irányok kijelölését« jelenti. Ezt a két megjegyzését előadásának olvasása és hallgatása közben egy pillanatra sem szabad szem elől téveszteni, nehogy a közölt eredmények alapján közeli gyakorlati eredményeket is várjunk. Az előadást valóban távlatinak, a távolabbi jövőt építőnek kell tekintenünk, tehát olyanak, amilyenek megrendezése az Akadémia elsőrendű feladata. Ebben az értelemben helyesnek tartom, hogy Gillemot László előadása az Akadémia ezévi Nagygyűlésén elhangzott.

MESTER ISTVÁN

Gillemot professzor előadásához főleg a gyakorlati felhasználhatóság szempontjából szeretnék hozzászólni.

A titánacélok gyakorlati felhasználhatóságának könnyebb eldöntése érdekében jobb lett volna — mondjuk — a tisztára kétalkotós állapotábrák vizsgálata helyett legalább 0,4—0,8 mangántartalmú és legalább 0,2 szilíciumtartalmú acélokkal végezni a kísérleteket. Ezek ugyanis közelebb vannak gyakorlatban a készíthető acélokhöz. Ezzel szemben az előadás szerint 0,04—0,2% mangántartalmú acélokkal folytak ezek a kísérletek, amilyeneket a gyakorlatban előállítani úgy sem lehet, egészen kevés különleges felhasználási területet nem tekintve.

Másik megjegyzésem a titánacéloknak mélyhúzási célokra való felhasználására vonatkozik, tehát részben a titánnal való dezoxidálás kérdésére, részben pedig az ilyen acéloknál a C-nak a titánnal történő megkötésére. Úgy gondolom, a felhasználás legnagyobb részénél ez túlságosan drága megoldás lenne. De azt is meg kell mondanom, hogy az acélok felületi hibáinak megszüntetését sem fogja megoldani a titánnal való megnyugtatás. A nem nyugtatott acélok felhasználásának egyik főindoka köztudomás szerint éppen az, hogy sokkal hibátlanabb külső felületet ad általában normális öntési és készítési viszonyokat feltételezve, mint a nyugtatott acél. Ugyanakkor emellett nem kevésbé lényeges előny az, hogy a nem nyugtatás következtében elmarad az odúképződés, s hogy a tekintélyes felső hulladék leválása esetleg 20—30%, vagy még nagyobb százaléknyi súlyhányad leválását jelenti a tuskóból. Természetes, hogy ha ez a nyugtatás nem a szokványos módszerekkel, tehát szilíciummal vagy alumíniummal, hanem titánnal történik, az odú-képződés és a leválás akkor is indokolt lesz. Ez szintén súlyos gazdasági hátrányt jelent, tehát a nem nyugtatott acél, a mélyhúzási célokra használt acél nyugtatása tekintetében, míg ha titánnal történik is a dezoxidálás, vagy éppen ötvözéssel, mindenképpen olyan jelentős költségtöbbletet jelent, amelyet csak erősen kivételes, különleges rendeltetésű gyártmányok bírnak el.

A titános acéloknak hegesztési célra javasolt felhasználásával kapcsolatban a következőket tartom figyelembeveendőnek. Az ilyen természetű acélok általában igen nagy tömegben, sőt évről-évre nagyobb tömegben szükségesek. Akár híd, akár pedig egyéb szerkezetekben használják azokat,

túlságosan drágák nem lehetnek. Éppen ezért a titán alkalmazásának, a titánozásnak ára vagy költsége az, amely e tekintetben feltétlenül pontos határt fog szabni az alkalmazhatóságnak. Pl. nem valószínű az, amit az egyik táblázatban láttam, hogy 0,85% titántartalom egyáltalán szóba jöhhessen ilyen célokra a hegesztési problémákkal kapcsolatban, csak egészen kivételes esetben lehet ilyesmire gondolni. A hegesztésre alkalmas acélok másik súlyos problémája az, hogy ezeket általában nagy folyáshatárú acélokból, tehát olyan acélokból kell készíteni, amelyek folyási határa 35 vagy legalább 34 kg/mm², s a hegesztésnél még sincsenek bajok.

Ennek az acélcsoportnak a bemutatásánál a táblázatokban olyan adatokat láttam, hogy a vizsgált acélok széntartalma 0,18 és 0,22 C közé esett. Viszont azt hiszem, hogy ez korántsem elegendő a kérdés eldöntése szempontjából, hiszen a bajok minden szempontból éppen a szén felső határánál vannak. Itt ütköznek az acélgyártói és acél felhasználói vagy — mondjuk — a hegesztést végző üzemek szempontjai. A folyási határ biztosítására ezeknél a 34 kg/mm² folyáshatárnál vastagabb szelvényeknél alig, vagy csak egy-két százalékkal lehet a 0,2% C alá menni. Ez azt jelenti, hogy az acélgyárak részéről betartható intervallum legalább 0,05—0,06—0,07% C-t indokol, azok tehát legalább 0,25% C-ig szeretnék az ilyenfajta acélok szénttartalmát növelni, ilyen esetben viszont már a hegesztőknek van bajuk, természetesen attól függően, hogy a szén mellett még milyen ötvözők, mangán, szilícium stb., milyen mennyiségben vannak az acélban. Itt tehát komoly érdekek ütköznek, s egyrészt a vastagabb szelvényeknél ennek a folyási határnak biztosítása, másrészt a hegeszthetőség biztosítása igen nehezen egyeztethető össze. Külön zavarja ezt az amúgy is nehéz és zavaros képet az, hogy az ilyen acélokat éppen a hegeszthetőség érdekében az eddig szokásosnál nagyobb szilíciumtartalom helyett inkább kisebb szilíciumtartalmú anyagból, de a régebbinél nagyobb mangántartalmú anyagból gyártják, viszont a mangántartalom nagyobb bázisos Siemens-Martin kemencékbe legfeljebb néhány tizednyi, — mondjuk — 0,3%-pontossággal szabályozható. Ebből következik, hogy ha szén- és mangántartalom véletlenül az alsó határ környékén van, akkor már baj van a folyási határral. S itt még a hegeszthetőségre is figyelemmel kell lenni.

A következő felhasználási terület a gyakorlat számára a cementálható acélféléknél adódik. Ebben a vonatkozásban nemcsak irodalmi adatok vannak már a belföldön, hanem egy évtizedes tapasztalatokat mutató múlt van mögöttünk a cementálható acéloknál a titánötvöztetés alkalmazására. E jó tapasztalatok alapján kb. másfél évvel ezelőtt megtette javaslatát az ötvözött gépacélok helyettesítésére alakított takarékosági bizottság az ilyen acélok szabványosítása tekintetében. Megtörtént a betétedzésű acélminőségek szabványosítása. Nem vitás ugyanis, hogy a titán szemcsefinomító hatása igen előnyös lesz amellest, amit Gillemot professzor előadásában említett — t. i. a C-felvételre gyakorolt kedvező hatása — ami mind azt jelenti, hogy titánötvözéssel egészen jó, használható betétedzésű acélokat lehet kapni. Ezen a vonalon tehát feltétlenül lehetséges a nikkel, a molibdén vagy még a króm részbeni pótlása is. Viszont magymennyiségű, — 0,5—0,9% — titánnal való ötvözésnek és ezzel edzhetetlen acélok előállításának és alkalmazásának a cementálható acélok területén szerintem gyakorlati jelentősége nincs, vagy alig lehet. A főprobléma az marad, hogy a mangánnal, krómmal, vagy egyáltalán hozzáférhető és szóba jöhető ötvözővel ötvözött acélhoz még bizonyos mennyiségű titánt is ötvözünk, de inkább annak

szemcsefinomító hatása végett, és még azt megelőzően az ilyen acélok tökéletes dezoxidálása és denitrálása érdekében.

A nemesíthető titánacélokkal kapcsolatban igen meglepő és hirtelen fel sem mérhető az az előny, amelyet Gillemot professzor a 0,1% titántartalomnál talált, hogy t. i. ennyi titánnal az átedzhetőség kereken kétszeresére nő. Ezt az eredményt szerintem éppen fontossága miatt sürgősen és többszörösen ellenőrizni kell, még ha figyelembe vesszük is a Gillemot professzor részéről idézett külföldi szerzők hasonló irányú, legfeljebb nagyságrendre különböző kedvező kísérleteit. Ez igen komoly és igen nagyfontosságú előny lenne a nemesíthető acéloknál.

A tartós folyási határra vonatkozó adatokat kellő fenntartással kell fogadnunk. Kb. 14—15 évvel ezelőtt már próbálkoztak máshol is nagy tartós folyási határértékű ötvözött acélok előállításával, s bár a tartós folyási határértékek néha igazán szép és jó eredményeket mutattak, gyakorlati felhasználásukról nem tudunk semmit. A mi kísérleteinknél is adódtak a titán-ötvözéssel igen szép folyási határértékek, de érthetetlenül előfordult, hogy igen jó folyási határt mutató próbánál is a kihülés alkalmával, tehát amikor pl. 500°-ról lehült a normális hőmérsékletre, egyszerűen elszakadt. Olyan mérvű elridegedés jelentkezett tehát, amely a legnagyobb fenntartást és óvatosságot teszi indokolttá a titánnal ötvözött acéloknak tartós folyási határt igénylő helyekre való beépítésével kapcsolatban.

Az egyik táblázatban a folyási határra és a titánnak a folyási határt javító hatására eléggé túlzott értékeket láttam. Most talán nem utalok arra, amit Gillemot professzor nem mondott el előadásában, csak annak rendelkezésemre bocsátott eredeti szövegében láttam, tehát nem utalok arra az egészen elképzelhetetlen nagyságú folyási határ és szakítószilárdság viszonyára, de az erre vonatkozó táblázatok néhány értékével kapcsolatban mégis meg kell jegyezmem, hogy ott valószínűleg szakítási nehézségekről lehetett szó. Pl. volt olyan szakítási eredmény, hogy 111 kg szilárdság mellett 109 kg a folyási határ, vagy 95,3 mellett 91, 87,3 mellett 84. Ezek valószínűtlenül nagy értékek, s ha ilyen értékekkel találkozunk, ezeket feltétlenül többszörösen ellenőrizni kell, mert hiszen sorozatbani szakításoknál ilyesmik előfordulnak, az ilyen esetben amúgy is különösen nehezen meghatározható folyási határértékek miatt. Ezeknek a táblázatoknak az eredményeit tehát szerintem feltétlenül többszörösen ellenőrizni kell.

Ugyanannak a táblázatnak adataival szemben egy, a gyakorlat számára igen fontos megjegyzést kell még tennem. A 0,5—0,6 sőt 0,65 széntartalmú acél, amely 0,7 körüli mangánt is tartalmazott, vízben volt edzve. Ezt laboratóriumban meg lehet csinálni, de erre a gyakorlatban komolyan építeni nem lehet. Ez olyan túlzás lenne, amit a gyakorlat, a hasznos darabok a legtöbb esetben nem bírnának el. Nem tekintve a szerszámacéloknak vagy a kevésbé ötvözött, tehát kifejezetten vízvezetésű acélok hőkezelésétől, ilyen nagy mangán- és széntartalmú anyagból készült szerkezeti alkatrészeknél, amelyeknek mérete és alakja a legváltozatosabb lehet, tisztára vízvezést alkalmazni nem lehet. Az üzemekben még a második világháború alatti nikkell- és molibdén-szükségben is legfeljebb addig mertek elmenni ebben az irányban, hogy kombinálva alkalmaztak víz- és olajedzést. Kezdték tehát az edzést, az edzési hőfokra való lehűtést vízben, s azután a darab bizonyos mérvű lehűtése után áttették az olajfürdőbe. Természetes, hogy az átedzhetőség komoly javulása várható így, de ez a mód — ismétlem — nem veszélytelen. Különösen, ha vízben hűtjük a darabokat,

akkor edzési repedések, vagy a bennmaradó feszültség miatt igen komoly eltorzulások jelentkezhettek, Nagyon valószínűnek tartom, hogy kis mennyiségű titán — gondolom, hogy ez 0,1 körül lehet — nem is csak ötvöző hatása, mint legalább annyira a tökéletes dezoxidáló és denitráló hatása miatt előnyös lehet az acélokra, éppen szemcsefinomító hatása folytán. Nem valószínű azonban, hogy a titán-adagolásra az acéloknak ez az érzékenysége, mégha csökkenne is az edzési repedésekre stb. való hajlama, teljesen megszűnjék. Azt hiszem, csak a kombinált víz- és olajedzésig lehet elmenni ebben az irányban az ilyen összetételű acéloknál.

Az utolsó felhasználási terület, amelyről meg akarok emlékezni, az öregedés elleni védekezés kérdése, amelynél Gillemot professzor megemlítette, hogy titán segítségével talán előnyösen lenne megoldható, pl. a kazán-, vagy még inkább a tűzszekrénylemezeknél. Azt hiszem az acéloknak az eddigi alumíniummal való kezelése olcsóbb mód a legtöbb ilyen célra. Mindamellet a titán alkalmazásának felvetett ötlete jónak látszik, de csak akkor, ha az alumínium-oxid okozta rétegességet a titán megszüntetné.

Az előadáshoz már amiatt is kötelességemnek tartottam hozzászólni, mert a takarékosági bizottságnak, amely az ilyen kérdések minél gyorsabb megvalósítására alakult, magam is tagja vagyok.

JUNG BÉLA

A hazai eredetű acélötvöző elemek a szén, szilícium, alumínium, mangán, titán, korlátozottabb mennyiségben a vanádium és a réz.

Az előadás és az ezt megelőző kutatások célja a titánnal, emellett szénnel és mangánnal ötvözött acélok kialakítása a sokféle felhasználási lehetőségekre. Ezek közül a nemesíthető, a betétben edzhető és a kinyúlási sebességű hőálló acélokhöz kívánok hozzászólni, mert ezekkel, ha nem is a titánnal kapcsolatban, magam is foglalkozom.

Gillemot László és munkatársai a titánhatás kutatásával értékesen egészítik ki és fejlesztik, tovább az eddigi külföldi megállapításokat és amint jelzik, ezek a kutatások — nagyon helyesen — tovább fognak folytatódni.

Néhány alkalommal már megpendítettem, hogy nem tartom gyakorlatilag helyes módszernek egészen más ötvöző-elemekkel a már bevált acéljaink pótlását. Konkrétabban kifejezve egy krómnikkel vagy krómmolibdén nemesíthető vagy betétedzésű acélban a krómot, ami az acél edzési mélységét hatásosan növeli, de könnyen oxidáló ötvöző elem, pótolni lehet a hozzá közelálló mangánnal, ami az edzés mélységét valamivel hatásosabban növeli, de könnyebben oxidálódik. A helyettesítést nem teljes mértékben kell egyszerre véghezvinni, hanem fokozatokban. A króm tartalmat olyan mértékben kell csökkenteni, a mangán tartalmat olyan mértékben kell növelni, amíg a szilárdsági tulajdonságok még teljesen megegyezők, vagy gyakorlatilag alig térnek el a helyettesíteni kívánt krómnikkel acéloktól.

A molibdént, ami az edzési mélységet és a megeresztési ridegséggel szembeni ellenállást növeli, a hőálló acéloknál pedig a nyúlási sebességet csökkenti, a neki megfelelő tulajdonságokkal bíró wolfrámmal csak részben kell első lépésben helyettesíteni, pl.: a 0,45% Mo-t 0,3% Mo + 0,3 W-mal. Ilyen módszer alkalmazása mellett a felhasználók több bizalommal lennének az új acél iránt, mert a kémiai összetétel megváltoztatása nem jelentheti valamilyen

szokásosan nem ellenőrzött jó tulajdonságában az anyagnak meglepetésszerű romlását. A nikkelt, ami a nemesíthető és betétacélokban az edzési mélységet növeli és a ferrit különleges szívósságát nagyobb szilárdsága mellett emeli, csak részben lehet pótolni bórral, mint az amerikai példák, vagy részben lehet pótolni krómmal, mint a német példák mutatják a nagy 3—5% nikkeltartalmú acélok mellőzésében addig a mértékig, amíg a nikkelt ferritjavító hatása gyakorlatilag nem csökken. Ez a minőség 0,5—1,5% Ni tartalomnál rögzíthető.

A nikkelt teljes mellőzése, ami mellett a ferrit szívóssága és szilárdsága még nagy érteken tartható, rézzel történik. A réz más irányú felhasználása és igen korlátozott készleteink miatt színállapotban nem alkalmas acéltövezési célra. Vannak azonban nagy réztartalmú hulladékkészleteink egy tombakkal borított ötvözetlen acélfajtánkból, ami 5—6% rézet tartalmaz. Ez a hulladék a fenti célra felhasználható lenne. A rézzel való ötvözés a szokásos acélkovácsolási körülmények tekintetbe vételével 1%-ig lenne megfelelő. Acéljaink 0,25% rézet mindig tartalmaznak, tehát friss ötvözésre 0,75% réz elegendő. A hulladék újraértékesítésével az ötvözőréz felhasználását tovább lehet csökkenteni, ha a rezes acélhulladékot megfelelően elkülönítve tárolják olvasztó műveink. Rézvesztés az olvasztás folyamán nincsen, lévén oxidációs vonatkozásban a réz a nikkelnél is nemesebb elem.

Visszatérve a titán ötvözésre, javasolnám a krómnikkelt és krómmolibdén acélokot legjobban megközelítő krómvanádium-acélokhoz az említett szellemben való fokozatos átalakítását a krómnak mangánnal, a vanádiumnak titánnal való részleges helyettesítésével. A titánnak a vanádiummal vannak a legnagyobb mértékben rokontulajdonságai.

Mindkettő erős dezoxidáló, a titán nagyobb mértékben mint a vanádium. Mindkettő denitráló is, a titán ismét nagyobb mértékben mint a vanádium. Mindkettő szén-lekötő, karbidképző, a titán ismét nagyobb mértékben mint a vanádium. Mindkettőnek szemcsefinomító, tehát szívósságfokozó hatása van. Bizonyos körülmények között mind a kettő az átédződést is elősegíti. Nemes szerkezeti anyagaiknak a foszfor és a kén mellett a dezoxidáló elemek oxidjai a legjelentősebb szennyeződései. Ismeretes, hogy a mangánnal és szilíciummal való dezoxidálást előnyösebb végezni ferromangán-szilíciummal, mint külön ferromangán és külön ferroszilícium adagolásával, mert az együttképző oxidok, mint komplex-oxidok (mangánszilikátok) gyorsabban emelkednek fel a salakba. Az acél tisztasági foka tehát nagyobb lesz, egyébként azonos körülmények (acélhőmérséklet és tisztulási idő) mellett. A vanádium és titán-oxidok valószínűleg alkotnak komplex oxidokat hasonló tulajdonságokkal.

Ami az edzhetőség fokozását illeti, itt fontos tényező a karbidok és nitridek oldhatósága az austenitben. Feltehető, hogy itt is komplex karbidok és komplex nitridek képződésére van lehetőség, amik alacsonyabb hőfokon mennek oldatba, mint az egyszerű karbidok és nitridek. Ez esetben nem lenne szükséges a normális üzemszerű 850° körüli edzési hőmérsékletet erősen túllépni.

Befejezésül megemlítem, hogy a negyvenes években Csepelen a nikkeltmentes acélok tömeges gyártása idején Wilhelmb Tibor kezdeményezésére mi az összes krómmangán betétedzési acéljainkat szemcsefinomsággal kapcsolatos szívósság növelése céljából 0,05% körül titánnal előnyösen ötvöztük. Emellett a titánnal csökkentett szemcsedurvulási hajlam lehetővé tette a magasabb hőmérsékleten, tehát rövidebb ideig tartó, szemcsedurvulásmentes cementálást és a cementált darabok magasabb hőmérsékletű, első edzésének majdnem teljes

kiküszöbölését, amivel a darabok nagyobb mértékű deformációját is elkerültük. A csepeli tapasztalatok alapján szabvány is készült titános krómmangán acélokról, ami rövid időn belül hatályba is fog lépni.

A nemesítő mangán, króm, krómmangán és mangánszilícium pótcélokat szintén a nagyobb fajlagos ütőmunka elérése végett ugyancsak 0,05% titánnal minden tekintetben előnyösen ötvöztük.

SZÜCS ENDRE

Azzal kezdem, hogy semmiképpen sem akarom a titánötvöztésű szerkezeti acélokhöz fűzött illúziókat széjjel foszlatni. Inkább csak arra kívánom felhívni a figyelmet, hogy nem is annyira a metallográfia tudománya, mint inkább annak a gyakorlati acélgártásban való alkalmazása hazánkban pillanatnyilag meglehetősen távol van attól, hogy az épülő Martin-kemencében biztos ösztetételű acélokat gyártsunk.

Ezek előre bocsátása után megemlítem hogy Gillemot elvtárs kísérlete alapján bevezettük a titános ötvözeteket anélkül, hogy komolyan analizálni tudtuk volna a titánt és igen kiváló kopásálló tulajdonságokat kaptunk pl. 0,5 szén- és (0,2 — 0,3) titánötvöztésű acélokkal. Arra azonban akkor még nem mertünk gondolni, hogy ilyen titánötvöztésű acélok szerkezeti acélokként általánosan alkalmazhatók legyenek. Hogy mik azok a metallografiai problémák, amelyek a titánötvözetek előállításánál jelentkeznek, az mind az előadásból, mind a hozzászólásokból egyaránt kicsendül. Összefoglalásképpen én a következőket szeretném mondani.

Az első probléma a titánnak az oxigénhez való nagy vegyrokonsága, a második súlyos probléma a titán magas olvadáspontja s ennek következtében az acélban való elég lassú oldhatósága. Itt megemlítem, hogy ezért nagyobb gond a titánnal mint az alumíniummal való ötvöztés, ahol az oldódás igen gyorsan és hevesen megy végbe.

A következő igen súlyos probléma a ferrotitán, ami a gyakorlatban ötvöztés céljára rendelkezésre áll, illetőleg annak igen szennyes volta. Az alumino-termikus eljárással készült ferrotitán nagymennyiségű maradék alumíniumot, még több alumíniumoxidot, igen nagy mennyiségű titánoxidot tartalmaz, természetesen titánnitridet is, úgy ennek az ötvöztésénél kétségtelenül nagy mértékben növekszik az acél zárványainak a mennyisége. Oly mértékben, hogy 1/2% ferrotitán használatakor a legtöbb esetben az acél önthetőségi tulajdonsága is megromlanék, az előbb említett nagymennyiségű zárvány szaporítása következtében. Ezek a problémák voltak azok, amelyek arra irányították a figyelmet, hogy a fémtitánnal való ötvöztésre gondoljunk. Itt meg kell említeni, hogy Gillemot professzor kartársnak feltétlenül úttörő érdemei vannak, mert egy félévvel ezelőtt ezt még kivihetetlennek képzeltem.

Valóban nagyon megbízható külföldi, elsősorban svéd közlések jelentek időközben meg arról, hogy igenis a világ különböző államaiban titánötvöztéssel foglalkoznak, mégpedig ferrotitán helyett fémtitán ötvöztéssel.

Nagy probléma a maradék titán megbízható meghatározása. Bár az utóbbi hónapokban éppen a Vasipari Kutató Intézet laboratóriumának igen jó munkája következtében haladás látszik, ugyanakkor azonban arra is rá kell mutatni, hogy színképelemzéssel szintén jó eredményeket értek el a titán meghatározásánál. Ez újra arra figyelmeztet bennünket, hogy igenis haladnunk kell a metallo-

gráfia területén is, mert úgy látszik, hogy a titán elemzése már megoldott probléma, a következő lépés tehát a gyakorlati alkalmazás kell, hogy legyen.

Hogy a titánötvözés és a ferrotitán szennyezett volta milyen problémát jelent az acélok előállításánál, az éppen a Gillemot professzor részéről bemutatott I. táblázatból derül ki a legjobban. A 0,1% alatti és a 0,18% szénttartalomnál, ahol ferrotitánnal ötvözve igen kis Erichsen számot ad, holott a titán célja a mélyhúzóhatóság elősegítése lenne. A 0,1 szénttartalmú acélnak minden külön ötvözés nélkül 10 Erichsen számot kell adnia. Azt gondolom, hogy az ötvözés céljára több mint 2—3 tized titán után maradt nagymennyiségű zárvány az, ami az acél mélyhúzóhatósági tulajdonságait rontja. Megemlítem még azt, hogy tudomásom szerint a titánötvözés főleg az USA-ban nem azért történik mélyhúzóható edényanyagoknál, hogy ezzel mélyhúzóhatóságát javítsák, hanem azért, hogy a 0,4 titán-tartalmú mélyhúzóható anyagot nem kell ú. n. alapmázzal bevonni és közvetlenül egy mázzal készíthető belőle edény. Tehát a mélyhúzóhatósági tulajdonságok javíthatósága, nemcsak egy mázbevonási munka megtakarítása az, ami a titánötvözést életre hívta. Természetesen a 0,4 titánnal desoxidált ötvözött acél megnyugodott acélnak számít és így is kell kezelni annak ellenére, hogy szilíciumot nem tartalmaz.

A titánötvözés találati valószínűségének problémájával kapcsolatban meg kell még említenem néhány számszerű adatot. Éppen az előadásban említett kísérleti gyártásnál a bázisos kemencében 10 adagot vettem ki, válogatás nélkül, ahol a visszamaradt titán mennyisége egy esetben 50% volt, egy esetben 45%, három esetben 30% és négy esetben 15%. Ebből világos, hogy a titán legnagyobb része mint zárvány és mint dezoxidáló szer használódott el és ilyen körülmények között üzemszerű titánötvözésre nem lehet gondolni. Üzemszerűen valamennyi ötvöző akkor használható, ha legalább 80%-os találati lehetőséggel ötvözni lehet. Sokkal kedvezőbb eredményeket kaptak a Vasipari Kutató Intézetben a savanyú kemencében történő titánötvözéssel, ahol a találati valószínűség az iparban való alkalmazhatóságot már megközelítette.

Itt csak az jelent gondot, hogy a titánnak az oxigénhez való nagy vegyrokonsága következtében a savanyú bélés szilíciuma olyan nagy mennyiséget produkál, hogy 0,4—0,5 szilícium redukálódik a savanyúbélésből.

Természetesen azok a következtetések, amelyeket Gillemot professzor említett, a gyakorlatban a Martin-kemencével kell hogy megoldhatóak legyenek, mert szerkezeti acéljaink nagyrészt, pl. a hegeszhető hídacélokat feltétlenül Martin-kemencében kell készíteni. Eddig mindössze három kísérletet végeztünk Martin-kemencében és mindössze 40% körüli kihozatalt találtunk, ugyanolyan módon dezoxidálva, mint ahogyan azt említettem. Ez annyit jelent, hogy a probléma Martin-kemencében még távolról sincs megoldva.

Ezeket azért kívántam elmondani, mert a legsürgősebb feladatok közé tartozik a titánacél rendszeres üzemi kísérleteinek megindítása Martin-kemencében.

KOVÁCS SÁNDOR

Egészen röviden akarok hozzászólni, nem annyira az előadáshoz, mint inkább az acélok minőségéhez. Az acélokat ötvözzük, hogy minél jobb minőségűek legyenek, gyakorlatilag azonban azt tapasztaljuk, hogy acéljainkban a gáznemű szennyeződések oly mértékben fordulnak elő, ami erosen rontja minőségüket. Jelen pillanatban az a helyzet, hogy hazánkban egy-egy kohászati üzem, kohászati

intézmény nem tudja kimutatni az acélokban sem a hidrogént, sem a nitrogént, sem az oxigént, s nyakra-főre érik üzeimeinket, a gyakorlati felhasználókat a meglepetések, az acéloknál a selejtek. A hidrogén az, amely a pehelyképződésen kívül az acél repedés iránti érzékenységet növeli. Ebből a szempontból tehát feltétlenül fontos annak ellenőrzése. A nitrogén oly mértékben mutatkozik, hogy mélyhűtés nélkül keménységi eredményeket szinte el sem tudunk érni. Ennek az az oka, hogy a nitrogén nagymértékben stabilizálja az austenitet, s annak bomlása csak mélyhűtéssel lehetséges. Azonkívül a betétben edzett, ötvözött acéloknál oly nagy szilárdsági értékeket kapunk, hogy ez aztán sok esetben a darabok törésére vezet. Mint szennyező anyag, az oxigén szintén nagymértékben rontja az acél tulajdonságait. 0,3—0,03% felett pl. a mélyhúzó lemezek jóságát már lerontja, amellet a krómötvözésű acéloknál, minthogy a szén diffúzióját gátolja, igen nagymértékű karbidképződés mutatkozik, s ennek a karbidnak az eloszlása diffúzióval nem is lehetséges. Szovjet kutatók vizsgálata szerint ennek oka szintén az acél oxigéntartalmában keresendő. Ez úgy küszöbölhető ki, ha áttérünk a gázcementálásra. Mivel hazánkban az üzemek leginkább szilárd szénítőkre vannak berendezve, amelyek mindig tartalmaznak oxigént, ezzel számolnunk kell. Az acélok nagymértékű oxigéntartalma okozza azt, hogy a betétedzésű króm-acélok csiszolásánál nagymértékben keletkeznek repedések.

GILLEMOT LÁSZLÓ lev. tag válasza

Az előadásomhoz beérkezett számos hozzászólás egyik részének közös vezérfonala volt, hogy ezen a területen még számos kísérletet kell végezni. A hozzászólásoknak ezzel a csoportjával messzemenően egyetértek; annál is inkább, mert hiszen én sem mondtam egyebet, és általában egyéb acélok területén sem igen ismerek olyan kísérletsorozatot, amely egy-egy kérdést végleg tisztázott volna. Ha szabad annyira szerénytelennek lennem, hogy önmagamat idézzem, a következőket mondtam: »A kísérletek a szerkezeti acélokban való alkalmazás lehetőségeit voltak hivatva felderíteni. Meg kell még jegyezni azt is, hogy ezek a Vasipari Kutató Intézetben még most is tovább folynak és így jelenlegi beszámolóim csak első tájékoztatónak tekinthető. Ennél többre magam sem törekedtem és itt a titánacélok laboratóriumi vizsgálatáról kívántam beszámolót tartani és nem a titánacélok ipari kemencékben való gyártásáról, ami sem célom, sem feladatam nem volt. Általában új acéltípusok kidolgozása mindig laboratóriumi méretekben kell, hogy történjék, s ezt természetesen és logikusan követni kell a nevezett acélok ipari metallurgiai kérdései kidolgozásának. Ebből logikusan következik, hogy Szűcs kartársnak az a megállapítása, hogy a titánnal való ötvözés módszere Martin- és elektrokemencében tovább kidolgozandó, teljesen helyes. Mindenesetre örömmel hallottam Szűcs kartársam beszámolójából, hogy a nehézségek egyik részét legalább az elektrokemencében szép eredménnyel sikerült leküzdenie.

Ismételten hangsúlyoznom kell, nem találok indokoltnak azt, hogy előadásommal kapcsolatban a hozzászólások több ízben is emlegették az optimizmust. Én magam laboratóriumi kísérletekről szóló beszámolót tartottam, a hozzászólások túlnyomó része pedig eddig még el nem végzett ipari kísérletekre vonatkozott és egész természetesen, hogy erre vonatkozóan be kell várnunk a lefolytatandó ipari kísérleteket, melyeknek végrehajtására én nem vagyok

illetékes. Hogy miért foglalkoztam mégis a titánnal és miért hosszú évek távlatában előre, arra a bevezetőben igyekeztem rámutatni, de talán nem hangsúlyoztam eléggé. A Fémipari Kutató Intézetben kidolgozott eljárás szerint a titán jóformán önmagától adódik, mint a vörösiszap egyébként gazdaságos feldolgozásának mellékterméke. Ezen a réven jelentős mennyiségű ötvöző fém fog rendelkezésünkre állni, tehát indokolt előrelátásnak lehet tekinteni azt, hogy nevezett ötvöző felhasználását akkor kezdtem kidolgozni, amikor a ki-nyerésére szolgáló eljárás éppen a félüzemi megvalósítás állapotába jut. Ebből szükségképpen következik, hogy a titán félüzemi termelése éppen addigra fog megvalósulni, amikor a hozzászólók említette ipari titánacél-kísérletek is befejeződhetnek. A két kísérletsorozat, a titánnak a kitermelése és a titánnak az acéliparban való felhasználása éppen azzal van összehangolva, hogy a titánacélok kutatását már 1951 végén megkezdjük. Ezek a körülmények indokolják, hogy az eddigi eredményeket, amelyek ugyan laboratóriumi kutatásból erednek csak, és csupán kevésszámú ipari kísérlet áll még rendelkezésre, a Nagygyűlés elé hoztam.

Sorrravéve a felszólalások egyéb részleteit, azzal kell kezdenem, hogy Szűcs kartársam felfogásával és a metallurgiai problémákról elmondott álláspontjával teljesen egyetértek. Az egyetlen olyan megjegyzése, amely az én metallográfiai tárgyú előadásomhoz való tényleges hozzászólásnak tekinthető, az, hogy 0,08% C tartalmú anyagnál a 10-es Erichsen-szám kicsi. Ez lehet, hogy így van, de előadásomban hangsúlyoztam, hogy ez az adag csupán összehasonlításul szolgált egy másik adaghoz és a hengerlése egy meglehetősen kezdetleges hengerművön történt. Ezzel szemben az a 0,18% C tartalmú adag, amely titánnal van ötvözve és amelyre az én megállapításaim vonatkoztak, ugyancsak 10-es Erichsen-számot mutat, márpedig 0,18% C-nál a 10-es Erichsen-szám egyáltalában nem rossz, sőt, a kezdetleges lemezgyártási módszert figyelembe véve, igen jónak mondható. Ebből következik, hogy Szűcs kartárs megállapítása, mely szerint a titán oxid és nitríd zárványai rontják a mélyhúzóhatóságot, nem lehet helytálló, mert ez a 0,18% C tartalmú adag jelentős mennyiségű titánnal mutatott ilyen, 0,18% C-nál szokatlanul jó mélyhúzási értéket.

Jung kartársam foglalkozott az ötvözött szerkezeti acélok helyettesítésének a közeljövőben követendő útjával. Ezzel a programmal teljes mértékben egyet kell értenem. A titánacélokat nem a közeljövő ipari programjának szántam, és leszögezem azt, hogy a titánacélok nem is egyetemes használhatóságúak. A közeljövő ötvöző-gazdálkodása tekintetében tehát feltétlenül az a pillanatnyilag kézenfekvő program követendő, amelyet Jung kartársam elmondott.

Verő akadémikus kartársam hozzászólásával kapcsolatban néhány megjegyzésem volna. Verő akadémikus szövegében, hogy az izotermikus metszetet célszerűbb lett volna mikroszkópi, nem pedig dilatometrikus vizsgálatok alapján megszerkeszteni. Előadásom szövegében nem hangsúlyoztam külön azt, hogy az izotermikus metszet megszerkesztése mikroszkópi vizsgálat alapján történt. Ezt azért nem tartottam szükségesnek külön kiemelni, mert tisztán dilatometrikus vizsgálatokkal izotermikus metszetet felvenni közismerten nem lehet.

Kifogásolta továbbá Verő professzor, hogy a nagyfrekvencián edzhető acéloknál nem adtam meg a szelvényméreteket. Ez valószínűleg arra vezethető vissza, hogy elkerülte figyelmét az, hogy mindkét acél, tehát a nemesíthetőnek megadott acélfajta és a nagyfrekvenciás edzésre javasolt acélfajta egy és ugyanaz. Összetételük: 0,5—0,6% C és 0,2-nél kevesebb Ti. Ez tehát nem külön acéltípus,

hiszen a nagyfrekvenciásan edzhető acélnak magától értetődően szintén nemesíthető acélfajtának kell lennie. A szelvényméret adatokat és a szilárdsági értékeket tehát itt azért nem taglaltam részletesen, mert ez azonos azzal a nemesíthető acéllal, melynek szelvényméretét és egyéb adatait előadásomban már máshol ismertettem.

Említette Verő professzor, hogy a nagy tartósfolyási határoknál több ezer óra izzítási tartampróbák szükségesek. Ezzel annál is inkább egyetérték, mert hiszen abban a bizottságban, amely a nagy tartósfolyás határú acélok kérdését tárgyalta, én magam ajánlottam Verő professzornak ezeknek a hosszúlejáratú élettartampróbáknak a bevezetését.

Kénytelen vagyok a továbbiakban élénkebben vitába szállni Mester kartársammal. Ő kifogásolta, hogy olyan acélokat vizsgáltam, amelyekben a Mn-tartalom a gyakorlati acéloknak elő nem forduló értékeket mutat. Egy háromalkotós rendszer egyensúlyi diagrammját megállapítani csak és kizárólag a tiszta háromalkotós rendszer alapján szabad és így egészen érthető, ha ettől a közismert módszertől nem tértem el.

A továbbiakban a titánötvözés befolyásának törvényszerűségét kerestem és csak ezeknek az ismeretében vizsgáltam előadásom során később a mangánnal is ötvözött gyakorlati acélfajtákat. A metallográfiai kutatás természetéből folyik, hogy az előbbi két célra szükségképpen lehetőleg mangánmentes acélokat kellett használni. A későbbiekben külön bemutattam a mangánnal ötvözött acélokat, mégpedig a 0,7—0,9% Mn tartalmú acélfajtákat. Csak a rend kedvéért említettem meg, hogy rendelkezésre állnak nagyobb Mn-tartalmú acélokkal végzett kísérletek is, de részben az idő rövidsége, részben az amúgy is sokféle ágazó tárgyalás miatt ezeknek ismertetését mellőztem.

Mester kartárs említette, hogy a hegeszthető titánacéloknál a szénttartalom nehézségeket fog okozni és hogy én a szén határok közé kívánom szorítani. Itt az a tévedés áll fenn, hogy a szénttartalom a ma megszokott hegeszthető acéltípusokban nem lehet több, mint 0,2%. Ez legjobban fennáll azoknál a Mn-Si vagy egyéb acéltípusoknál, amelyeknek a kiküszöbölését javaslom a titánacélok segítségével. De nem áll fenn a titánacéloknál éppen azért, mert mint kimutattam, a titán a szén titánkarbid formájában leköti és így a nagyobb szénttartalom sem okozza az acél edzhetőségét. Azt hiszem, hogy az előadásomból ez világosan ki is derült. Így pl. a 0,33% C tartalmú acélsorozat nem azért mutattam be, mert ezeket az acélokat gyakorlati célokra javasolnám felhasználni, hanem azért, mert igazolni kívántam azt, hogy titánötvözéssel 0,33% szénttartalommal is lehet olyan acélt csinálni, amely egyébként kifogástalan szilárdsági értékek mellett 0 Jominy-távolságot ad, tehát teljesen edzhetetlen.

Két hozzászóló is említett hozzászólása során olyan ismert titánacélokat, ahol a titánt mint szemcsefinomítót alkalmazták. Előadásom elején előrebocsátottam, hogy a titán szemcsefinomító hatásával mint ismert tényvel nem kívánok foglalkozni. A betétedzésű acéloknál sem csak azokat az acélokat kívántam ezek szerint megemlíteni, amelyekben a titánt tisztán szemcsefinomítás miatt adagoltuk, hanem egyenesen azokat a típusokat javasoltam, amelyeknek viszonylag nagy titántartalma folytán a cementálásnál a cementálási idő lényegesen rövidül. Ezeknek az acéloknak szilárdsági és technológiai előnyei azt hiszem a bemutatott adatok alapján nem lehetnek vitásak, de készséggel elismerem azokat a metallográfiai nehézségeket, melyekre Mester kartárs is felhívta a figyelmet és melyek tagadhatatlanul fennállnak.

Mester kartárs rendkívül sötétenlátónak bizonyult velem szemben, amikor azt állította, hogy egyes folyáshatár-méréseim nyilvánvalóan helytelenek. Itt ha szabad, egy szubjektív érvet is felhoznék, és pedig azt, hogy 20-ik éve végzek laboratóriumi vizsgálatokat és egy objektív érvet, hogy azok a diagramok, ahonnan adataimat vettem, betekintésre itt is rendelkezésre állanak, nem is beszélve arról, hogy előadásomban is említettem, hogy minden mérési adat, melyet itt közöltem, legalább kétszer, de inkább többször van reprodukálva. Mester kartárs aggályaival azért sem tudok egyetérteni a folyási határ kérdésében, mert ő azt mondta, hogy ezeket az adatokat nem hiszi, én viszont hitével szemben a tények alapján állok.

Említette Mester kartárs, hogy a titánnak az edzhetőségre gyakorolt hatását többszörösen kell ellenőrizni. Ezzel teljes mértékben egyetértek és nem is mertem volna a kérdéstről itt beszélni, ha ez a többszörös ellenőrzés nem történt volna meg. Elég szép számú adat áll ahhoz rendelkezésre, hogy ezt a kérdést bizonyítottan vehessem.

Igaza van Mester kartársnak abban, hogy a vízédzés, amelyet én általában a hőkezeléseknél használtam, túlzottan durva hőkezelési művelet. Bármennyire is durva ez a hőkezelés, meg kell állapítanom azt, hogy az Intézetben készült igen nagyszámú adagnál a legkülönbözőbb szelvényátmérőknél sem kaptunk vízédzés esetén repedést, tehát nyugodtan és joggal alkalmazhatjuk a vízédzést. Ez annál is inkább így van, mert előadásom során többször hangsúlyoztam azt, hogy a titán a széntartalom egy részét titánkarbid alakjában megköti és ezért az említett acélfajtáknak az edzhetőségét nem szabad pusztán a széntartalom alapján megítélni. Mindezekből következik, hogy a vízédzés a titánacéloknál teljes joggal és eredményesen használható.

A BÓR, MINT EGYÉB ÖTVÖZŐELEMEK HELYETTESÍTŐJE ACÉLBAN

VERÓ JÓZSEF

A műszaki világirodalom egyik divatos témája a bórtartalmú, helyesebben talán csak a bórral kezelt vagy bórozott acél. Számos kísérleti eredmény bizonyítja, hogy nagyon kis mennyiségű, csupán tizezred, legfeljebb ezred százaléknyi bórtartalom az acél átédzhetőségét lényegesen fokozza. Ezzel lehetőség nyílik jelentős mennyiségű olyan ötvözőelem megtakarítására, amelyeket részben az edzhetőség fokozása végett adagolunk az acélba. Ezek az ötvözőelemek, a nikkel, a króm, a molibdén, de a mangán és szilícium is, manap talán sehol a világon nincsenek elegendő mennyiségben, a velük való takarékoskodás tehát mindenütt időszerű.

Legtöbbet kétségtelenül az Egyesült Államokban foglalkoznak a bórozott acéllal, és kísérleti, főleg azonban üzemi vonatkozásban legtöbb eredményük van. Erősebben ötvözött acélfajták helyettesítése céljából ma már számos bórozott acélfajtát szabványos minőségben, évenként egy millió tonnát megközelítő mennyiségben gyártanak folyamatosan (12). A szovjet irodalom viszont alig foglalkozik velük; kézikönyveik (pl. *Jeljutyin*: Ferroötvözetek c., legutóbb magyar fordításban is megjelent könyve) röviden említik a másutt elért eredményeket, anélkül, hogy utalnának saját adatokra, termelésre. Ennek valószínű okát *Bargyin* akadémikus jelölte meg, amikor kérdésünkre, hogy a Szovjetunióban mivel helyettesítik az acél-ötvöző elemeket, azt felelte: »Semmiel, mindenből van annyi, amennyire szükségünk van.«

Németországban a közlemények szerint (3, 13) még nem jutottak túl némi laboratóriumi és néhány üzemi kísérleten; gyakorlati kipróbálás végett egy csökkentett nikkel-tartalmú betétacél-fajta gyártása folyik. Németországot a csökkentett ötvözőfém-tartalmú bórozott acél különösebben nem is érdekkelheti, mert háborús tapasztalataik folytán acélgyártásuk nikkel- és molibdén-fogyasztása már úgysis legkisebb mértékre csökkent. Angliában még ennyi se történt; a legújabb közlemények (4) is arról írnak, hogy az angol kohászat teljesen figyelmen kívül hagyja a nehezen megszerezhető ötvözőfémekkel való takarékoskodásnak azt a lehetőségét, amit a bóros kezelés nyújt.

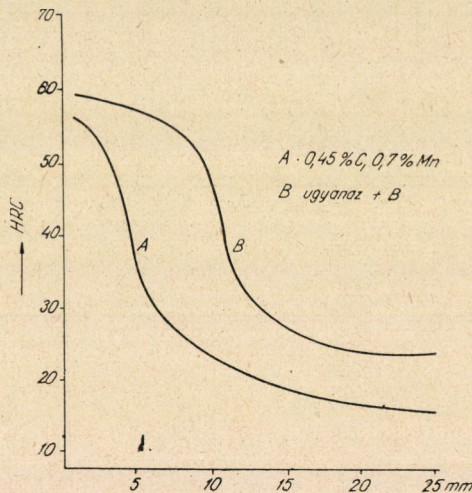
Magyarországon is megindult a kísérletezés a bórozott acélokkal; ezekről a kísérletekről, az adagok készítésének módjáról és az eredményekről semmi

közlés sem történt. A következőkben ezekről a kísérletekről nem is beszélek.

Az alábbi összefoglalás a bórozott acéllal külföldön, főleg az USA-ban és Németországban elért eredményeknek ismertetése. Ezekből az eredményekből elég világosan kitűnik, hogy a bórozástól mit várhatunk. Előrebocsátom, hogy nézetem szerint foglalkoznunk kell a bórozott acélfajtákkal, de túlzott bizakodást nem látok helyénvalónak, minden ötvözőanyag-gondnak megszüntetésére ez nem alkalmas módszer; egyéb lehetőségeket is fel kell használnunk.

A bórtartalmú acél edzhetősége

Bórt az acélba az edzhetőség fokozása céljából 0,003%-nyi mennyiségben adagolnak, ebből legalább 0,001% benne is marad az acélban, feltéve, hogy a

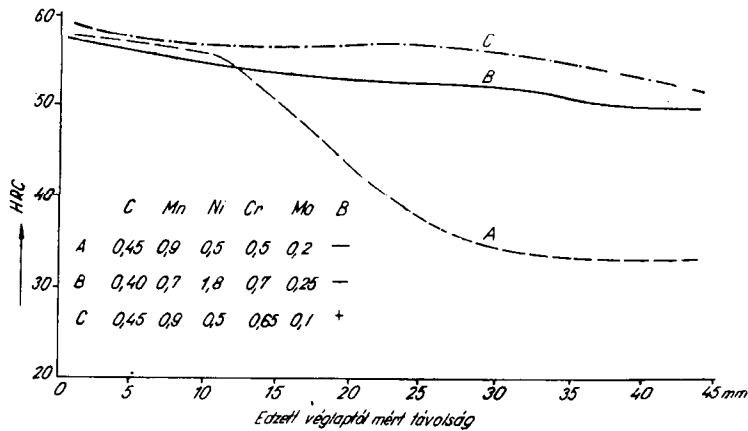


1. ábra

bór adagolását megelőzően az acél kellőképpen dezoxidált és nitrogéntelenített volt. Az ilyen nagyságrendű, szokásos mennyiségű bórnak ötvözetlen acél átédződésére való hatását véglapedzőpróba görbéje alakjában az 1. ábra mutatja. Az abszcisszán tömör próbatest átmérői vagy vastagságai vannak; minél távolabb csökken a véglapedzőpróba görbéje meghatározott keménységre, annál nagyobb szelvényű tömör rúd közepén kapjuk meg ugyanazt a keménységet. Az ábra két görbéje szerint a bóros acél jóval nagyobb szelvényben edződik ugyanolyan keményre, mint az egyébként vele azonos, de bórozás nélkül készült. A két görbe főleg az első vízszintes rész hosszúságában különbözik egymástól, vagyis a bórtartalom főleg a teljes keménységre edződő réteg mélységét növeli.

A két görbének további része a kisebb keménység helyén kevésbé különbözik egymástól.

A bórnak az edződést fokozó hatását a 2. ábra más oldalról világítja meg. Ebben az ábrában az *A* jelzésű görbe gyöngén ötvözött, a *B* jelzésű pedig ugyanazokkal az elemekkel, de jóval erősebben ötvözött acél edződésének görbáját ábrázolja. A *C* görbe ugyanolyan acélra vonatkozik, mint az *A* görbe, de az előbbi még bór-tartalmú is volt. A *C* görbe olyan mértékű edződést mutat, amely nagyobb a jóval erősebben ötvözött, *B* jelzésű acélénál is. Ez az összehasonlítás már arra utal, hogy bór jelenléte lehetővé teszi egyéb, nehezen hozzáférhető ötvözőfémek mennyiségének csökkentését, ha ezek az egyéb ötvözőfémek csak az acél edzhetőségének fokozása végett vannak az acélban.

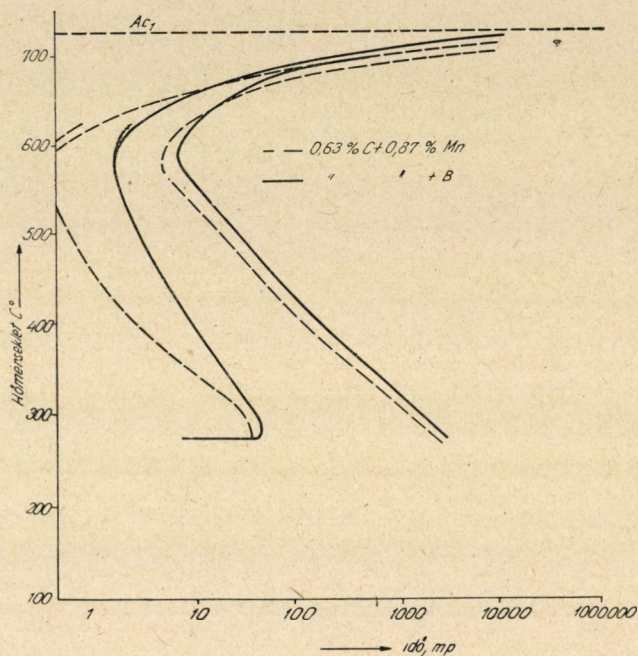


2. ábra

A *C* görbének is nevezett Bain-féle diagramm a bór hatását illetően a 3. ábra értelmében azt mutatja, hogy a bór főleg az átalakulás kezdetét késlelteti; ez az ábra nagyobb C-tartalmú, de egyébként hasonlóan ötvözött acélra vonatkozik, mint az 1. ábra. A bór késleltető hatása 550—600° között, a troostittá való átalakulás hőfokán a legerősebb. Ezen a hőfokon való átalakulás időszükséglete határozza meg a martensitté való edződéshez szükséges kritikus lehülési sebességet. Az ábrából következik, hogy a bór csupán a martensitesre való edződést könnyíti meg; ezzel magyarázható a bóros acélfajtáknak az 1. és 2. ábrában is megfigyelhető hosszú vízszintes része a nagy keménység helyén. 650° fölött végbemenő átalakulásra a 3. ábra szerint a bór úgyszólván hatástalan; vagyis perlitté a bór-tartalmú acél pontosan ugyanúgy alakul át, mint a bórral nem kezelt. Ebben az állapotban a bór tehát nem helyettesíthet más ötvözőfémeket; lassan hűtött vagy normalizált állapotában a csak bórral ötvözött acél legjobb esetben az ötvözetlen acél tulajdonságait mutathatja.

A többi ötvözőfémhez hasonlóan a bórnak az átédződő szelvény nagyságára kifejtett hatását is megjelölhetjük számszerűen. Erre a célra kísérlettel

megállapítható szorzótényezőket szokás használni, amelyek azt fejezik ki, hogy bizonyos mennyiségű ötvözőelem a teljesen megedződő szelvény átmérőjét hányszorosan növeli meg. 1% nikkeltartalomhoz vagy 0,4% króm-tartalomhoz tartozó ilyen tényező 1,5; ez azt jelenti, hogyha valamely acél d átmérőben teljesen megedződik, akkor ugyanahhoz az acélhoz még 1% nikkelt, vagy 0,4% krómot ötvözve, $1,5 d$ átmérőben is megedződő acélhoz jutunk.



3. ábra

Eleinte a bórnak az átédződést fokozó hatását is arányosnak vélték a bórtartalom nagyságával, később a kísérletek többszöri megismétléséből végül is azt a következtetést adódott, hogy a bórtartalom nagysága közömbös, feltéve, hogy 0,0008%-nál több *aktív bór* van az acélban. Aktívnak azt a bórt kell tekinteni, amely nincsen oxigénhez, nitrogénhez, esetleg más nem fémes elemhez kötve, hanem az edződés fokozásában résztvesz. A bór hatása azonban kétségtelenül függ az acél C-tartalmától a következő képlet szerint:

$$F_B = 1 + 1,5 \times (0,9 - C)$$

Eszerint a bór erősen hat a lág, pl. a betéacél edzhetőségére (F_B ilyenkor 2—2,2), a közepesen kemény, pl. a nemesíthető acélokra már gyengébben (F_B ilyenkor 1,5), a kb. eutektoidos acéloknál pedig egészen hatástalan.

Mintthogy az összes fontos ötvöző elemeknek az edződést fokozó hatása szintén ismeretes, könnyű meghatározni az egyes ötvözőelemeknek azt a mennyi-

ségét, amelyet a bór helyettesíthet, ha csak az edződést tartjuk szem előtt. Az irodalomban felsorolt források alapján (8, 9, 10, 11) ezek a mennyiségek a következők:

0,9% Mn
 0,8%—0,9% Si
 1% Ni
 0,4%-Cr
 0,5% Cu
 0,2% Mo
 0,08% Ti
 0,04% V

Az acél ötvözésének megállapításakor gyakran egyéb szempontokat is figyelembe kell venni. Ezekről a továbbiakban lesz szó.

Egy sorozat nemesíthető acél edződésének fokozódását a bóros kezelés következtében számszerűen az I. táblázat mutatja. 30 és 60 kg-os kísérleti adagokról van szó, amelyeknek felét dezoxidálás után, másik felét pedig bóros kezelés után öntötték tuskóvá.

Az edződés jelentősége a nemesítés szempontjából

Nemesített szemcsés sorbitos állapotában az acél szilárdsági tulajdonságait egyrészt a sorbit ferrites alapanyagának minősége, másrészt meg a karbid-szemcsék mennyisége és eloszlása határozza meg.

A ferrites alapanyagot illetően tudnunk kell, hogy az austenitképző elemek, ú. m. a Mn, Ni, Co egyenletesen oszlanak el a ferrit és karbid között. 2% Ni-t tartalmazó acél sorbitjának tehát olyan ferrit az alapanyaga, amely 2% Ni-t tartalmaz. Karbidképző elemeket, krómot, molibdént, titánt, wolfrámot tartalmazó acélban az ötvözőelem elsősorban a karbidba jut, a ferritbe pedig csak a fölöslege. 1% krómot és 0,3% szenet tartalmazó, sorbitosra megeresztett acélban a C-nak Cr_4C , vagy Cr_7C_3 alakban való megkötéséhez a jelenlevő összes króm nem is elég; ezért az összes króm a karbidba megy, a ferritben semmi sem marad. Nikkel-krómacél sorbitjának ferritalapja hasonlóképpen alig tartalmaz krómot, csak nikkelt.

Ebből az következik, hogy a karbidképző elemek nemesíthető acélban inkább az edzhetőségen keresztül hatnak a sorbitos állapotban elérhető tulajdonságokra, az austenitképzők azonban a sorbit ferritjében oldva vannak, és annak tulajdonságait is megjavítják. További következmény az, hogy a karbidképző elemeket inkább helyettesíthetjük más elemekkel, amelyek szintén fokozzák az edződést, de az austenitképző ötvözőfémek helyettesítése teljes mértékben sohasem lehetséges.

I. TÁBLÁZAT

Néhány ötvözött acélfajta edzhető szelvényének növekedése bórozás folytán (Scherer, Bungardt és Kunze nyomán.)

	Az acél összetétele							50% martensit mm-ben	Edződő szelv. \varnothing	
	C	Mn	Si	Ni	Cr	V	B		vízben	olajban
4A	0,21	0,58	0,26	0,58	1,16	—	—	6	—	—
4B						—	+	14	—	—
3A	0,19	0,55	0,27	1,09	1,08	—	—	7	—	—
3B						—	+	18	—	—
5A	0,18	0,60	0,30	0,84	1,55	—	—	10	—	—
5B						—	+	20	—	—
8A	0,19	0,58	0,24	1,11	2,05	—	—	22	—	—
8B						—	+	34	—	—
13A	0,37	1,50	1,42	0,10	0,08	—	—	10	48	28
13B						—	+	27	104	75
14A	0,37	1,22	1,31	0,06	0,09	—	—	9	44	25
14B						—	+	18	77	52
15A	0,35	0,77	0,34	0,03	1,17	—	—	13	60	38
15B						—	+	21	86	60
16A	0,34	0,90	0,28	0,05	1,15	—	—	15	67	43
16B						—	+	21	86	61
18A	0,35	0,61	0,28	0,03	1,12	—	—	15	67	43
18B						—	+	23	92	66
20A	0,44	0,78	0,30	0,05	1,69	0,12	—	60	—	130
20B						—	+	70	—	140
23A	0,52	0,90	0,29	0,04	0,79	—	—	14	64	40
23B						—	+	21	86	61

A »B« jelzés az előző sorban megadott összetételű acélnak bórozott változatára utal; az elemzéssel meghatározott bór-tartalom 0,003—0,004%, amihez még 15—20-szor annyi titánt is adagoltak. Az 50% martensit mm-ben az ilyen szövethetnek a véglap-edző próbán a véglaptól mért távolságát jelenti.

A táblázat adatai is azt mutatják, hogy lágy acélban a bór az edződő szelvény méretét megkétszerezi, tehát F_B kb. 2. nemesíthető acélban pedig másfélszer növeli meg. Nagy szelvényben edződő, erősebben ötvözött acélra a bór alig hat, amint azt a 20A—20B acélpár igazolja.

Edződés tekintetében a bórozott 23-as acél az erősebben ötvözött, de bór-t nem tartalmazó 15A, 16A és 18A jelzésű acélokat felülmúlja.

A megeresztéskor szemcsés alakban kiváló karbid az alapanyag jellegét, annak ötvözetlen voltát, illetve nikkelt- vagy mangántartalmának hatását, legalábbis a közönségesen vizsgált tulajdonságok tekintetében, részben elfödi. Nagyon különböző összetételű acélok edzés és ugyanarra a keménységre való megeresztés után nagyjából ugyanazt a szilárdságot, nyúlást, kontrakciót mutatják, amint azt a II. táblázat adatai igazolják.

II. TÁBLÁZAT

Azonos keménységre megeresztett acélok szilárdsági tulajdonságai

Az acél összetétele							Meg- eresztés C°-on	σ_B kg/mm ²	δ %	ψ %	HRC	Ütő- munka Izod
C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	B						
0,33	0,61	0,18	—	1,03	0,18V	—	550	112	18	58	37	61
0,31	0,70	0,26	3,45	—	—	—	450	114	15	61	36	63
0,31	0,53	0,28	—	1,04	0,20	—	500	116	15	57	36	57
0,30	0,80	0,27	0,65	0,48	0,18	—	510	112	16	64	35	77
0,33	0,62	0,24	0,31	0,28	0,13	+	450	113	17	60	36	47
0,43	1,70	0,23	—	—	—	—	500	112	15	55	36	52
0,39	0,76	0,25	1,20	0,65	—	—	500	117	16	61	36	55
0,41	0,85	0,20	—	1,01	0,24	—	545	116	16	55	36	52
0,41	0,67	0,26	1,77	0,78	0,26	—	570	114	17	58	37	52
0,41	0,70	0,24	1,83	—	0,28	—	520	114	17	56	37	49
0,39	1,00	0,25	0,53	0,52	0,28	—	580	112	16	57	35	61
0,39	1,06	0,28	0,39	0,32	0,11	—	500	116	16	59	36	58
0,50	0,76	0,21	—	0,95	0,21	—	625	116	15	54	37	46
0,49	0,75	0,25	—	0,80	—	—	535	112	15	53	35	39
0,49	0,78	0,29	—	1,00	0,17V	—	610	112	16	51	35	46
0,51	0,80	0,24	0,53	0,52	0,25	—	560	116	14	50	37	50

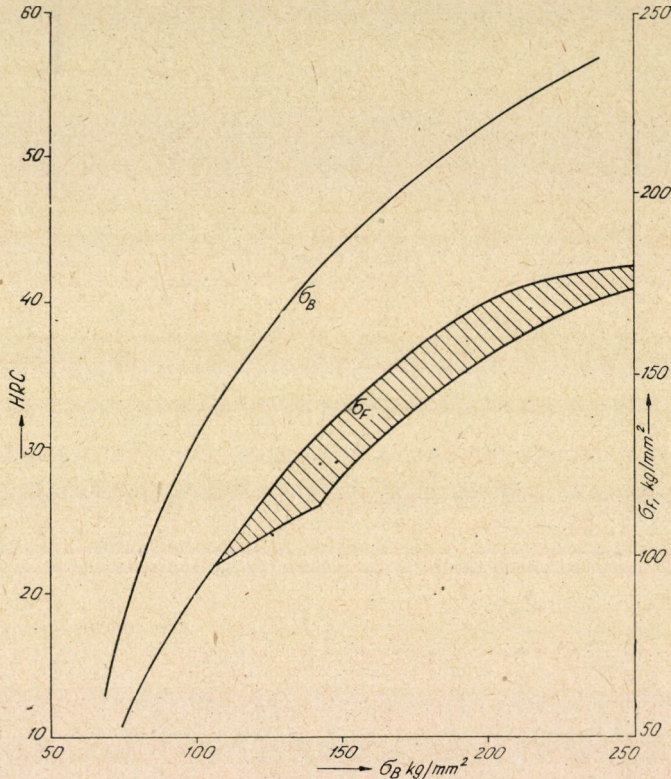
Ebben a táblázatban csak egy bóros acélról van szó, de az egyéb bóros acélok is egészen hasonlóan viselkednek; a 4. ábra 3 különbözőképpen ötvözött acél és azok börtartalmú változatának szilárdságát mutatja a keménység függvényeként. Valamennyi acélfajta szilárdsága majdnem pontosan beleesik a görbébe, a szórás 1—2%-nál nem több.

Ezeknek a tulajdonságoknak elérése ahhoz a feltételhez van kötve, hogy az acél a megeresztést megelőzően martensites állapotban volt. Ha pedig a nemesített állapotra jellemző tulajdonságokat az egész keresztmetszetben kívánjuk, edzés után az egész keresztmetszetnek martensitesnek kell lennie. A részben martensites, részben troostitos szövetű acélnak 500° felett való megeresztésekor megközelítően ugyanazokat a tulajdonságokat kapjuk, mint a teljesen martensites kiinduló állapotból. Ezért szokás a nemesíthető szelvény felső határaként azt a méretet tekinteni, amelynek közepében edzés után 90% martensit és 10 % troostit található. Több troostit, vagy éppen ferrit képződése a szelvény közepén a szilárdságot is, főleg azonban a szívósságot, az ütőmunkát erősen csökkenti.

A martensites állapot és az átédződés jelentőségét következő példa világítja meg. Kb. 0,4% C-tartalmú ötvözetlen acélból való 20 mm \varnothing -jú rudat megedzünk; az ilyen acél csak 4—5 mm mélyen edződik, a kérge kb. 600 kg/mm² Brinell-

keménységű martensit lesz, a magja finom sorbitos, kevés ferrittel. Ezután megeresztjük a rudat, hogy a kérge kb. 350 kg/mm^2 keménységű legyen és $10 \text{ mm } \varnothing$ -jú szakító próbatestet készítünk belőle; a próbatest hengeres része a rúd magjából kerül ki, amely nem edződött meg martensitesre. A szakítószilárdságot 80 kg/mm^2 körüli értékek fogjuk találni.

Ugyanezt a kísérletet olyan acéllal ismételjük meg, amely akár ötvöző-fém tartalma, akár pedig bórozás következtében 20 mm átmérőben teljesen



4. ábra

átedződik; 350 kg/mm^2 keménységre való megeresztés után, ebből a rúdból készített 10 mm -es szakítópróbatesten 120 kg/mm^2 körüli szakítószilárdságot állapíthatunk meg.

A kísérletekhez használt két acélfajtát 22 mm helyett olyan, pl. 50 mm átmérőjű rúdban vizsgálva, amelyben egyikük sem edződik meg, az ötvöztelen és ötvözött acél szilárdságát a rúd magjából készített 10 mm -es próbatesten egyformának, 80 kg/mm^2 körülinek találjuk.

Ebből az következik, hogy a nemesített állapot és az avval járó kedvező tulajdonságok csak akkor érhetők el az egész szelvényben, ha az egész szelvény

megezdődik martensitesre ; a nemesíthetőségnek az edzhetőség, illetve az átedződés előfeltétele ; az átedződést fokozó hatása miatt a bőr használata ilyen tekintetben tehát feltétlenül hasznos.

Gondosan vizsgálva a II. táblázatot, főleg az ütőmunkában elég jelentős, 1 : 2 arányú különbséget találunk az acélfajták között. Nagy ütőmunkájuk van a Ni-Cr-Mo-acéloknak, a nikkelt nem tartalmazóké többnyire jóval kisebb, noha a vizsgált szelvényben valamennyi acél átedződött, és valamennyit egyforma keménységre eresztették meg. Ezt a különbséget legalább részben a sorbit alapanyagának ötvözőfémtartalma okozta.

A hosszirányú próbatesten végzett szakítókísérlet eredményeinél részletesebb adatokat Scherer, Bungardt és Kunze (3) munkájában találunk ; az I. táblázatban már közölt összetételű Mn-Si- és Mn-Cr-acélokat ütőmunkájukra is megvizsgálták, még pedig 60 mm-es négyzetszelvény széléből és közepéről vett hosszanti próbatesten. Főbb eredményeiket a III. táblázat foglalja magában.

III. TÁBLÁZAT

Az I. táblázatban felsorolt nemesíthető acélok mechanikai tulajdonságai 60 mm-es négyzetszelvényben

	Hőben való kezelés	Szakítószilárdság szelv.		Ütőmunka	
		széle	közepe	széle	közepe
13A	940° /lev. ; 890°/víz	113	96	4,9	4,0
13B	1 óra 500°/víz	123	114	4,8	2,0
14A	940°/lev. ; 890°/víz	114	108	4,4	4,1
14B	1 óra 500°/víz	120	112	6,0	5,4
15A	885°/lev. ; 835°/víz	117	109	5,8	4,8
15B	1 óra 500°/víz	123	116	6,4	6,2
16A	870°/lev. ; 820°/víz	136	124	5,6	4,3
16B	1 óra 500°/víz	140	131	5,7	5,0
18A	875°/lev. ; 825°/víz	141	132	6,4	6,2
18B	1 óra 500°/víz	143	136	5,9	5,6
20A	890°/lev. ; 840°/víz	153	149	3,9	2,7
20B	1 óra 500°/víz	149	149	3,7	2,8
23A	880°/lev. ; 830°/víz	145	131	3,8	3,6
23B	1 óra 500°/víz	149	149	3,9	3,7

A táblázatban a szakítószilárdság értékei a keménységből számítottak ; az ütőmunka mkg·cm²-ben értendő.

Ennek a táblázatnak az adataiból megállapíthatjuk, hogy a MnSi- és MnCr-acélok tulajdonságain a bőrozás nem mindig, akkor is kis mértékben javít. Amilyen célra ezeket a bőrozott acélokat használni lehet, a hasonló összetételű, de nem bőrozott acél ugyanúgy felhasználható.

Említésre méltó, hogy a szelvény közepén mért keménység és a belőle számított szakítószilárdság a bórozás folytán általában nőtt, ami a bórozásnak az edződést fokozó hatásának tulajdonítandó; ennek ellenére a szelvény közepén az ütőmunka nem mindig nőtt a bórozás folytán, sőt némelykor számottevő csökkenés állapítható meg, mint pl. a 13 számúnál.

Krainer és Kroneis (13) Mn-Si- és Ni-Cr-Mo-acél tulajdonságait vizsgálták 90 mm átmérőjű szelvényben való nemesítés után, a keresztirányú ütőpróbát is beleszámítva; próbáikat t-kint 2,4 és 6 kg/t komplex ferroötvözzel bórozták. Megeresztés után vízhűtés következett, a megeresztési ridegség kiküszöbölése végett. Eredményeiket a IV. táblázat foglalja össze.

IV. TÁBLÁZAT

0,33% C-t, 1,20% Mn-t és 1,15% Si-t tartalmazó acél mechanikai tulajdonságai 90 mm átmérőjű szelvényben, nemesített állapotban.

A bórozásra használt segédötvözet összetétele:

0,52% B, 6,9% Al, 8,8% Ca, 37,6% Si, 8,8% Ti, 4,2% Zr.

Adagolt B-ötv. kg/t	Hőben való kezelés	σ_F kg/mm ²	σ_B kg/mm ²	δ %	ψ %	Ütőmunka	
						hossz-	kereszt-
						szelvényben mkg/cm ²	
0	sz.*	52,9	82,1	22,0	60,3	8,9	—
0	k.*	47,1	77,1	22,0	57,8	7,4	3,4
2	sz.	52,9	84,1	23,6	61,6	7,4	—
2	850/olaj k.	47,8	79,3	20,2	53,8	6,8	3,0
4	580/víz sz.	55,4	86,3	21,4	57,8	6,8	—
4	k.	50,9	81,2	19,0	48,2	6,6	2,5
6	sz.	61,8	86,6	19,6	51,0	6,4	—
6	k.	50,9	82,8	21,0	45,3	5,7	1,9
0	sz.	45,6	74,9	25,0	64,0	9,5	—
0	k.	49,9	71,3	25,0	60,3	9,6	4,0
2	sz.	50,3	76,7	25,0	61,6	7,7	—
2	850/olaj k.	42,0	72,6	22,0	56,4	8,2	2,9
4	620/víz sz.	54,1	77,4	22,4	56,4	7,2	—
4	k.	43,9	74,5	24,0	55,1	6,2	2,2
6	sz.	50,9	79,6	22,6	59,1	8,2	—
6	k.	47,1	75,7	19,2	43,8	5,5	1,5

Ezekhez az adatokhoz elsősorban azt kell hozzáfűzni, hogy a bórozás mindkét acél ütőmunkáját csökkenti, még pedig a Mn-Si-acélét egészen szabályos módon, annál erősebben, minél több hőrt adagoltak, a Ni-Cr-Mo-acélét kevésbé szabályosan, de az irányzat itt is felismerhető. A 4 és 6 kg/t bóros ferroötvözet adagolás alapján véve túlzott, helytelen és nem is szükséges; a kísérletekben

IV/A. TÁBLÁZAT

0,37% C-t, 0,6% Mn-t, 0,3% Si-ot, 0,6% Ni-t, 0,9% Cr-ot és 0,15% Mo-t tartalmazó acél tulajdonságai 90 mm átmérőjű nemesített rúdban

Adagolt B-öt. v. kg/t	Hőben való kezelés	σ_F kg/mm ²	σ_B kg/mm ²	δ %	ψ %	Ütőmunka	
						hőssz-	kereszt-
						szelvényben mkg/cm ²	
0	sz.	79,6	95,8	15,6	57,8	6,0	—
0	850°/olaj k.	69,4	90,4	12,4	44,0	5,8	3,4
2	580°/víz sz.	70,4	86,3	17,6	56,0	8,0	—
2	k.	64,7	83,4	17,0	51,0	9,1	3,8
0	sz.	79,0	92,4	16,0	59,0	9,1	—
0	850°/olaj k.	75,2	87,6	15,6	55,0	7,8	3,7
2	620°/víz sz.	67,5	83,8	18,0	58,0	10,7	—
2	k.	62,7	79,3	17,2	56,0	10,2	4,2
0	sz.	81,2	95,8	14,8	52,0	5,3	—
0	900°/olaj sz.	76,4	92,0	13,4	45,0	—	3,2
2	580°/víz sz.	83,4	97,8	16,4	60,0	10,6	—
2	k.	75,5	89,8	14,6	50,0	7,2	2,4
0	sz.	78,4	93,6	16,4	59,0	7,2	—
0	900°/olaj k.	75,2	88,8	14,6	51,0	5,8	3,6
2	620°/víz sz.	78,4	94,5	17,4	64,0	12,2	—
2	k.	69,4	84,7	16,6	56,0	11,1	3,4

* sz. = a szelvény szélén.
k. = a szelvény közepén.

az a haszna mindenesetre megvolt, hogy az ütőmunka csökkenésének oka a börtartalom növekedésében nyilvánvalóvá lett. Egyébként mások megfigyelései üzemi adagokon is megerősítik, hogy kb. 120 kg/mm²-nél kisebb szilárdságra való megeresztéskor a bór csökkenti az ütőmunkát (14).

A másik fontos tanulság, amelyet *Krainer és Kroneis* eredményeiből levonhatunk, az, hogy a Mn-Si-acél ütőmunkája mindenképpen kisebb, mint a Ni-Cr-Mo-acélé; ez a különbség a sorbit ferritjének nikkeltartalmából, illetve a nikkelnak a ferritből való hiányzásából ered. Ezt az eredményt úgy általánosíthatnók, hogy a ferritben oldódó ötvözőfémeket az ütőmunka szempontjából a bór akkor se helyettesíti, ha az átédződés megvan.

Ezekből az adatokból kitűnik, hogy a nemes ötvözőfémeket egyáltalán nem, vagy csak csökkentett mennyiségben tartalmazó bórozott acél nem minden tekintetben egyértékű azokkal az erősebben ötvözött acélokkal, amelyekéhez hasonló mértékben edződik át. Az átédződés tehát, bár szükséges a nemesített állapotra jellemző jó tulajdonságok eléréséhez, de egymagában nem elegendő a nemes ötvözőelemekkel a szokott módon ötvözött acél összes jó tulajdonságainak biztosításához. Az is meg-

állapítható, hogy főleg a szívósság biztosítása kíván nemes ötvözőfémeket; ebben a tekintetben némely ötvözőfém, pl. a nikkelt sem a bórozás nem helyettesítheti, de még más ötvözőelem, pl. mangán, vagy szilícium sem.

A bórnak az edződést elősegítő hatása tehát alkalmas arra, hogy különleges módon igénybe nem vett részekben egyes ötvözőelemek mennyiségét csökkentjük; nikkelacélban a nikkelt egy részét, krómacélban a króm egy részét, mangánacélban a mangán egy részét helyettesítheti a bórozás. Arra azonban a bórozás semmiképp sem alkalmas, hogy vele ötvözetlen acélt ötvözött acél teljes értékű helyettesítőjévé tegyünk; hasonlóképpen a bórozott Mn-Si-acél sem lehet teljesen egyértékű a Ni-Cr-acéllal. Bórozott Mn-acél tehát csak nagyobb Mn-tartalmú acélt helyettesíthet, nikkelacélt pedig csak bórozott nikkelacél, ha az ötvözőelemekkel elérhető szilárdsági tulajdonságok valamennyijére számítunk. *Más kérdés persze, hogy a Ni-, Ni-Cr- vagy Ni-Cr-Mo-acél valamennyi tulajdonsága feltétlenül szükséges-e mindenkor, amikor ezeket a drága fémekkel ötvözött acélokat, talán csak megszokás folytán, használjuk.* Ha valami célra csak a szilárdság, vagy a folyási határnak meghatározott értéke szükséges, és mérsékelt szívósság is elegendő, akkor a Ni-Cr-Mo-acél természetesen helyettesíthető Mn-, vagy Mn-Si-acéllal, nagyobb szelvényben pedig bórozott Mn-, vagy Mn-Si-acéllal.

A bórnak egyetlen hatása a nagyobb szelvényben való átédződés. Világos tehát, hogy egyéb célból alkalmazott ötvözőelemeket semmiképp sem pótolhat. Nem gondolhatunk arra, hogy gyorsacélban a wolfrám egy részét bórral pótoljuk, sem arra, hogy nagy nyomású kazáncső anyagában a Mo-t bórral helyettesítsük. Nem helyettesítheti bór a megeresztési ridegségre való érzékenység csökkentése céljából alkalmazott Mo-t sem, minthogy ismereteink szerint ilyen hatása csak a molibdénnek van.

Az üzemszerűen gyártott bórtartalmú acélok és a velük szerzett tapasztalatok

Az V. táblázat összefoglalja az amerikai szabványokban felsorolt bóros acélokat és egyben megjelöli azokat az erősebben ötvözött acélfajtákat is, amelyeknek helyettesítésére alkalmasak; ahol valamely erősen ötvözött acél helyettesítőjeként többféle bórtartalmú acélt említünk, ott az utóbbiak a felsorolás sorrendjében jöhetnek szóba. A 86 sorozat acéljainak helyettesítésére elsősorban tehát a 80Bxx fajták jöhetnek szóba, másodsorban a 94Bxx, aztán az 50Bxx és csak legutoljára a 14Bxx sorozat. Magyarozatképpen meg kell említenem, hogy a táblázatban az acélfajta jelzéseként használt két szám után még a C-tartalom százszorosát kell az xx helyébe írni, hogy konkrét acél jelölését kapjuk; a 1330 jelű acél tehát 1,75% Mn-, 0,30% C-tartalmú.

A táblázatból megállapíthatjuk, hogy erősen ötvözött Ni-, Ni-Cr- és Ni-Cr-Mo-acél helyettesítésére általában ugyanazekkel az elemekkel gyengébben ötvözött,

V. TÁBLÁZAT

Erősen ötvözött acélfajták és azokat helyettesítő bóracélok

Az erősen ötvözött acél					A helyettesítő bóracél					
jelzése	Mn	Ni	Cr	Mo	jelzése	Mn	Ni	Cr	Mo	V
13xx	1,75	—	—	—	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
23xx	—	3,50	—	—	86Bxx	0,90	0,55	0,65	0,12	—
25xx	—	5,00	—	—	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
31xx	—	1,25	0,70	—	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
					81Bxx	0,90	0,30	0,45	0,12	—
					14Bxx	0,90	—	—	—	—
33xx	—	3,50	1,50	—	43BV12	0,90	1,80	0,50	0,25	0,03
					43BV14	0,55	1,80	0,50	0,12	0,03
					43Bxx	0,80	1,50	0,50	0,25	—
40xx	0,80	—	—	0,25	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
41xx	0,80	—	1,00	0,20	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
					81Bxx	0,90	0,30	0,45	0,12	—
					14Bxx	0,90	—	—	—	—
43xx	—	1,80	0,70	0,25	94Bxx	—	0,50	0,40	0,12	—
					86Bxx	0,90	0,50	0,60	0,12	—
					81Bxx	0,80	0,30	0,40	0,12	—
46xx	—	1,80	—	0,25	80Bxx	0,80	0,30	0,30	0,12	—
					94Bxx	0,80	0,30	0,40	0,12	—
					94Bxx	0,80	0,30	0,40	0,12	—
48xx	0,50	3,50	—	0,25	43Bxx	0,90	1,50	0,50	0,25	—
					46Bxx	0,50	1,80	—	0,25	—
					43BV14	0,55	1,80	0,50	0,12	0,03
50xx	0,80	—	0,50	—	40Bxx	0,80	—	—	0,25	—
51xx	0,80	—	1,00	—	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
61xx	0,80	—	1,00	0,10	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
					80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
					94Bxx	0,80	0,30	0,40	0,12	—
					50Bxx	0,80	—	0,50	—	—
86xx	0,80	0,50	0,50	0,20	14Bxx	0,90	—	—	—	—
					80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
87xx	0,80	0,50	0,50	0,25	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—
93xx	—	3,20	1,20	0,10	43Bxx	0,90	1,50	0,50	0,25	—
					43BV12	0,55	1,80	0,50	0,12	0,03
94xx	1,10	0,50	0,40	0,10	80Bxx	0,90	0,30	0,30	0,12	—

bórozott acélt ajánlanak, de akárhányszor még a Mn- és Mn-Cr-acél helyett is Mn-Ni-Cr-Mo-acélt javasolnak, gyengén ötvözött és bórozott minőségben. Arra nincs példa a táblázatban, hogy ötvözött acél helyett bórozott ötvözetlen acélt

használnak, de még bórozott Mn-Si-acélfajta is csak egy található, ezt is kevésbé kényes célokra ajánlják.

A táblázatban felsorolt bórozott acélfajták üzemszerűen, rendszeresen készülnek, nagyon számottevő mennyiségben: azt is számítgatják, hogy az ötvözött acéltermelés túlnyomó részének bórozott változatban való gyártásának lehetősége megvan-e. Az ilyen acélok gyártásával és felhasználásával szerzett tapasztalataikat az utóbbi két évben számos közleményben írták le; a legfontosabb tapasztalatokat a következőkben ismertetem.

Grange és munkatársai (14) 60 t-ás elektro-, valamint 140 t-ás Martin-adagokban vizsgálták három bóracélfajta jellegzetességeit. Az egyik fajta 0,45% C-, 1% Mn-tartalmú, a másik 0,21% C-, 2% Mn-tartalmú, a harmadik pedig 0,54% C-, 0,9% Mn, 0,9% Cr-, 0,20% Mo-tartalmú volt; mindegyik fajtából négy adag készült; az elsőt bórozás nélkül, a többi hármat pedig ferrobórral, illetve két különböző fajtájú komplex bórötvözettel bórozták. Öntésük és további feldolgozásuk egyforma volt.

A bórozott adagok tulajdonságai, az edzhetőséget is beleszámítva, ugyanolyan egyenletesnek bizonyultak, mint a nem bórozott adagoké; ezt az egyes adagokból öntött első, középső és utolsó tuskó anyagán, a belőlük hengerelt bugán állapították meg. A bór tehát nem veszi el a hatásosságát, nem oxidálódik az acélban még 130 t-ás adag öntése közben sem.

Bórozás folytán az átedződő szelvény mérete mindig nő, még pedig a laboratóriumi adagokon kapott eredményekkel egyező módon. Az a körülmény, hogy a bórt ferrobór, vagy komplex FeSiAlTiVB-ötvözet alakjában adagolják-e, közömbös az edzhetőség szempontjából, természetes azonban, hogy komplex ötvözőanyag használatakor az acélba kerülő egyéb elemek, elsősorban a V, szintén növelik az edzhetőséget. A bórnak az edződést fokozó hatása egyébként annál nagyobbak adódik, minél nagyobb martensit-, illetve minél kisebb troosit-mennyiséget tekintünk az edzhetőség ismertető jelének. A bór hatását kifejező szorzótényező tehát nagyobb, ha 99,9% martensitet tekintjük az edzhetőség határának, kisebb, ha 95% és még kisebb, ha 50% martensit számít határnak. Ez a megállapítás a C-görbével kapcsolatban fentebb már említett következtetésünkkel egyezik. Igazoltak találták a bór hatásának az acél C-tartalmával való összefüggését is.

Több korábbi vizsgálat eredményével egyezően *Grange* és munkatársainak vizsgálatai is igazolták a bórnak az austenit szemnagyságát durvító hatását; a bórnak ez a hatása nem érvényesül, ha a bórozást V- és Ti-tartalmú komplex ötvözettel végezték, mert a V és Ti viszont finomítja a szövetet. A ferrobórral készült acél, a szokott módon hőben kezelve, durvaszemű.

Martensitesre edzett, aztán megeresztett állapotban a bórnak a szakító szilárdságra és a folyás határára említésreméltó hatása nincsen. Ez azt jelenti, hogy egyforma keményre megeresztett bórozott és nem bórozott acélnek ugyanakkora a szilárdsága, folyási határa; ezt a 4. ábrával kapcsolatban már említett-

tem. Ugyanakkor, tehát edzett és megeresztett állapotban a bór csökkenti az acél nyúlását, kontrakcióját és ütőmunkáját, ha a megeresztés eredményeként a keménység nemesíthető fajtánál 300 kg/mm^2 , illetve a szilárdság 100 kg/mm^2 -nél kisebb; betétben edzhető acélra ez a határ 200 kg/mm^2 keménység. Ilyenkor az ütőmunka csökkenése átlagban 25% az egyébként hasonló összetételű, de nem bórozott acéléhoz képest. Konkrét számokat nem említek, mert ezeket Izod-próbára, fontban és lábban állapították meg, ezeket a nálunk szokásos értékekre nem célszerű átszámítani. 500 kg/mm^2 körüli keménységre megeresztett állapotban a bórozott acél ütőmunkája ugyanakkora, néha kevéssel nagyobb, mint a nem bórozotté. Ebből a szempontból a bórnak ferrobór vagy komplex ötvözet alakjában való adagolása nem okoz különbséget.

Ferrit-perlites, tehát kilágyított vagy normalizált állapotában a bórozott acélnek kevéssel kisebb a folyási határa, nyúlása és kontrakciója, de jóval — 30—50%-kal — kisebb az ütőmunkája, mint a hasonló összetételű, nem bórozott acélé, ha a szilárdságuk egyforma. Ebben az állapotban a bór tehát határozottan káros az acél mechanikai tulajdonságaira, amint ez a VI. táblázatból is kitűnik. A többi ötvözőelemtől eltérően a bór nem finomítja a perlitet, az olyan, mint az ugyanolyan sebességgel lehűlt ötvözetlen acélé, nem pedig olyan, mint azé az ötvözött acélé, amely ugyanakkora szelvényben edződik, mint a bórozott acél.

VI. TÁBLÁZAT

2% Mn-, 0,21% C-tartalmú acél tulajdonságai normalizált állapotban

	HB	σ_B	σ_F	δ	ψ	Ütőmunka, font-láb	
						25 C°-on	-45 C°-on
Nem bórozott	192	61,5	42,6	30,2	73,5	133	110
Komplex- B-ötv. . .	241	77,0	48,0	21,5	54,8	19	9
Komplex B-ötv. . .	229	72,9	48,2	22,2	56,1	68	24
Ferrobórral	235	75,2	46,8	21,5	53,9	13	6

A megeresztési ridegség tekintetében a bórnak kifejezett, jellegzetes hatása nincsen. Bórozott ötvözetlen acél nem hajlamos a ridegedésre, akárcsak az ugyanolyan összetételű, nem bórozott minőség; ha pedig ridegedésre nagyon hajlamos, pl. Mn-Cr-acélt bórozunk, szintén nem tapasztalunk változást, tehát könnyen ridegedő acélt kapunk. Olyan acélfajta, amely mérsékeltén hajlamos a ridegedésre, pl. a 2% körüli Mn-tartalmú acél, bórozott minőségben fokozott érzékenységet mutat, különösen akkor, ha ferrobórt, nem pedig komplex ötvözetet használunk bórozásra. Mások megállapításai ebből a szempontból még kedvezőtlenebbek; (12) felhívja a figyelmet arra, hogy bórozott acélt 540—550 C°-ot meghaladó hőmérsékleten nem ajánlatos megeresztetni.

Az acél technológiai tulajdonságaira: a melegen és hidegen való alakíthatóságra, a hegeszthetőségre, forgácsolhatóságra a bór említésreméltó hatással nincsen, feltéve, hogy az edzhetőség fokozásához szükséges mennyiségnél nem több. Számos megfigyelő beszámol arról, hogy 0,006, egyesek szerint 0,01% B erős vöröstörékenységet okoz (16); ennyi bört semmiképpen nem szabad acélba adagolni, nem is szükséges.

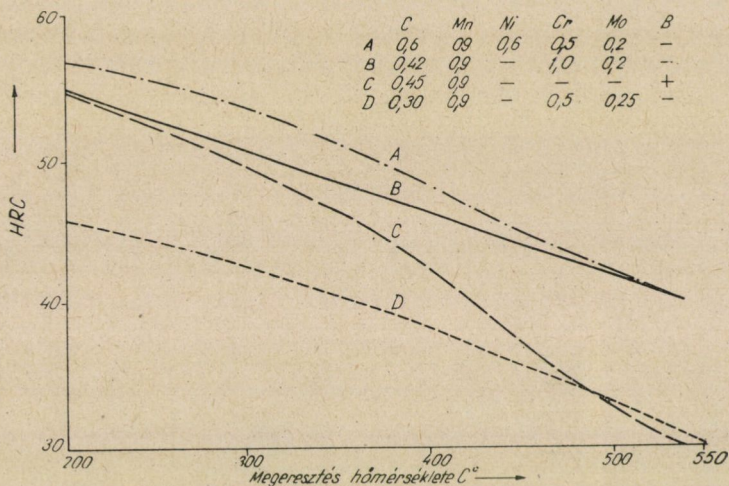
Nincs hatása a bórnak a cementálásra sem; bórozott acél cementált kérge ugyanolyan mély, ugyanolyan benne a C eloszlása, mint a hasonló módon cementált, nem bórozott acélé. Edzés után a kérés többnyire ugyanolyan kemény, néha lágyabb, mint a nem bórozott acél kérge; egyéb ötvözőfémeket is tartalmazó bórozott acél kérge némelykor keményebb, mint a nem bórozotté, mégpedig azért, mert ilyen acél bórozott minőségben jobban átalakul martensitté. Minőségjavulást tehát legfeljebb a mag szilárdságának az erősebb átédződés folytán elérhető növekedése jelent, a kérésben a bór jelentős változást nem hoz létre (17).

Elég komoly nehézséget jelent viszont a betétben való edzés tekintetében, hogy a bór másként hat a nagy C-tartalmú kérésben és másként a magban; ennek eredménye az a több szerző hangoztatta tapasztalat, hogy *a bórozott acélfajták az egyéb betét-acéloknál erősebben torzulnak* (18, 19). Különösen a furatok mérete változik egyéb acéloktól eltérő módon, úgyhogy a darab nyers méreteit bórozott acélra való áttéréskor meg kell változtatni. A torulás mértéke az edzés módjának megváltoztatásával, pl. sóolvadékban való edzéssel, főleg azonban az edzés körülményeinek gondos elrendezésével és állandó ellenőrzésével csökkenthető. Más szóval, *a bórozott acélból való gyártás fokozott gondosságot és korszerű berendezést követel.*

Különbözik a bórozott acél az ugyanakkora szelvényben edződő egyéb fémekkel ötvözött acéltól a martensit állandósága tekintetében is; az edződést fokozó összes ötvözőelemek állandósítják, nehezen megeresztődővé (rossz elnevezéssel megeresztésállóvá) teszik a martensitet, a bór azonban nem. Ennek az a következménye, hogy bórozott acélt mindig kisebb hőfokon kell megeresztetni, mint az ugyanakkora szelvényben edződő egyéb acélfajtákat, hogy ugyanazt a keménységet, szilárdságot kapjuk. Általánosan érvényes értéket nem lehet adni, hiszen a különböző bórozott acélok ebből a szempontból nem viselkednek egyformán; többnyire 30—80, néha azonban 120—140 fokkal kisebb megeresztési hőfokot kell alkalmazni bóracélra, mint más acélra; a helyes megeresztési hőfokot mindig kísérlettel kell megállapítani. Az 5. ábra mutatja jellegzetesen, milyen különbség van a bórozott és az ugyanakkora szelvényben edződő, ugyanolyan kemény Mn-Cr-Mo-acél megeresztési görbéje között (B és C-görbe). A bór-acél tehát könnyen megeresztődik; ez előny is lehet, mert rövidebb megeresztési idő elegendő.

A kifáradás határáról a közlemények nem beszélnek; úgy látszik, legalább is nemesített állapotban, a bór arra nem hat. A bórozott acéllal foglalkozó leg-

újabb közlemény (20) azt a figyelemreméltó új megállapítást tartalmazza, hogy adott összetételű acél bórozásával ötvözőelemet csak bizonyos méretű szelvény-nél lehet megtakarítani. 1,5% Mn-t és 0,3% Mo-t tartalmazó acélból pl. az elvégzett vizsgálatok szerint csak 30 mm átmérőjű szelvényben lehet Mo-t megtakarítani, de ennél kisebb vagy ennél nagyobb méretű szelvény esetén a bórozás semmi előnnyel nem jár; kisebb szelvényben u. i. bórozás nélkül is el lehet



5. ábra

hagyni a molibdént, 60 illetve 100 mm szelvényben pedig a Mo egész mennyiségére szükség van akkor is, ha bórozzuk az acélt.

A bórozott acél olvasztása. Az aktív börtartalom vizsgálata

A bórnak oxigénhez, nitrogénhez és karbonhoz nagy a vegyrokonsága; ha tehát bört olyan acélfürdőbe adagoljuk, amelyben számottevő mennyiségű oxigén vagy nitrogén van, a kevés bór — hiszen legfeljebb 0,003%-ot adagolunk — vegyületet képez ezekkel az elemekkel és hatástalan lesz. Aktívnak, edződést fokozónak csak az oxigénhez, nitrogénhez nem kötött bór tekinthető. A szén is fokozatosan hatástalanítja a bört, amint az a bórnak az edződésre kifejtett hatását számszerűen jellemző tényező nagyságából következik; hipoeutektoidos acélaban azonban úgy látszik, a bórkarbid még oldódik az austenitben és így aktív marad.

A bór aktív hatásának biztosítása végett bórozás előtt az acélt alaposan dezoxidálnunk és nitrogéntelenítenünk kell; a dezoxidálást a kemencében kezdjük, Mn-nal és Si-mal; csapolás közben, vagy az üstbe legalább 500—700 g/t alumínium adagolandó, aztán esetleg még 500 g/t titán adagolása következik.

Az alumínium megköti az oxigént is, nitrogént is ; ezért fontos, hogy a bór adagolásakor az alumínium említett mennyiségének $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ része már benne legyen az acélban. A Ti a nitrogén megkötésének teljessé tételére való.

Legtöbbször komplex, Ti-t, Al-t, Si-ot és V-ot is tartalmazó segédötvözet alakjában adagolják a bört, úgy, hogy a kemencében dezoxidált acélt az üstbe helyezett segédötvözetre csapolják. Ezek a segédötvözetek együtt tartalmazzák a dezoxidálást befejező, a nitrogént megkötő elemeket, a bört, valamint a bór szemcsedurvító hatását kiegyenlítő elemeket, a V-ot és Ti-t. Néhány járatos segédötvözet összetételét és adagolandó mennyiségét (12) nyomán a VII. táblázat foglalja magában.

VII. TÁBLÁZAT

Acél bórozására használt segédötvözetek

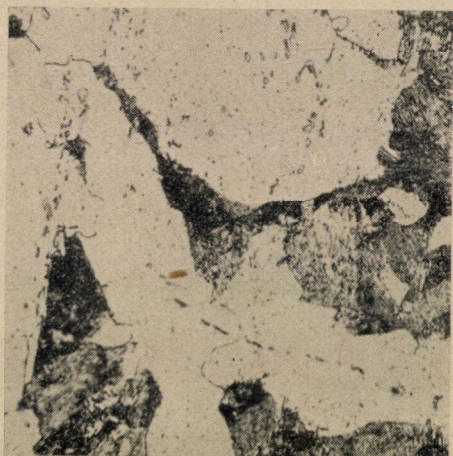
Összetétel									Adagolandó kg/t	B az acélban %
B%	Si%	Al%	Ti%	Zr%	Ca%	V%	Mn%	C%		
0,2	3	10	15	—	—	25	—	—	2	0,0004
0,2	—	12	20	—	—	13	—	—	2	0,0004
0,5	5	13	20	4	—	—	8	—	2	0,0010
0,6	37	6	10	6	—	10	—	—	2	0,0012
0,6	37	7	10	4	10	—	—	—	2	0,0012
1,5	3	1,5	17	—	—	—	—	6	1,5	0,0022
1,7	21	14	17	—	—	23	—	—	1,5	0,0026
3,5	40	—	—	—	—	—	—	—	1	0,0035
12	1	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,0048
17	1	—	—	—	—	—	75	3	0,2	0,0034

A bóros acél olvasztásához a dezoxidáláson és a nitrogén megkötésén kívül egyéb különleges rendszabály figyelembevétele nem szükséges ; ha az egyéb ötvözőelemek nem teszik lehetetlenné vagy gazdaságtalanná, Martin-kemencében is készíthető.

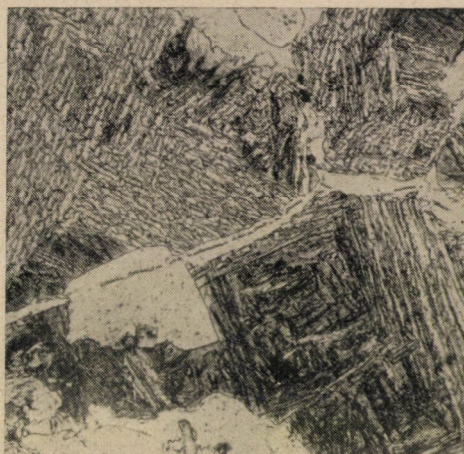
Az edződés fokozásához szükséges kismennyiségű bór meghatározása acélban nem könnyű feladat ; ma már van megfelelő módszer erre is. Ezt a módszert a Vasipari Kutatóintézetben *Mika* József meghonosította. Egy meghatározás kereken 8 órai munkába kerül.

A kémiai bormeghatározás valószínűen nem tesz különbséget az edződés szempontjából aktív bór és az oxigénhez vagy nitrogénhez kötött, hatástalan bór között. Annak megállapításához, hogy e kémiailag kimutatott börtartalom hatásos-e, eszerint az edzhetőség vizsgálata, véglapedző próbával és ennek az eredménynek az ugyanúgy ötvözött, de bört nem tartalmazó acél *Jominy*-görbéjével való összehasonlítása is szükséges.

Grange és Garvey (10) mikroszkópos módszert dolgoztak ki az aktív bór jelenlétének kimutatására. A vizsgálandó acél próbáját 1100° körüli hőmérsékleten való izzítással durvaszeművé teszik, aztán átteszik néhány fokkal az A_1 hőmérséklet alatti hőfokra fűtött kemencébe és ebben egy óra hosszat tartják. Ezalatt az austenit izotermásan átalakul és kristályhatárain apró, kékeszürkehálványrőzsaszín szemcsékből való vonalak alakjában vasborid-bórkarbid szegregátumot választ ki. A módszert (3) is kipróbálta és használhatónak találta. (10) olyan mintaképsorozatot közöl, amely ferrithálós szövetet mutat; a szegregátum alkotta vonal erőssége eszerint a hatásos bórtartalommal arányos és $0,0008\%$ -nál, 500-szoros nagyításban már észrevehető.



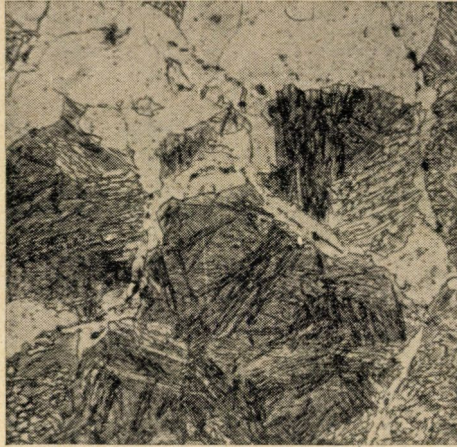
6. ábra



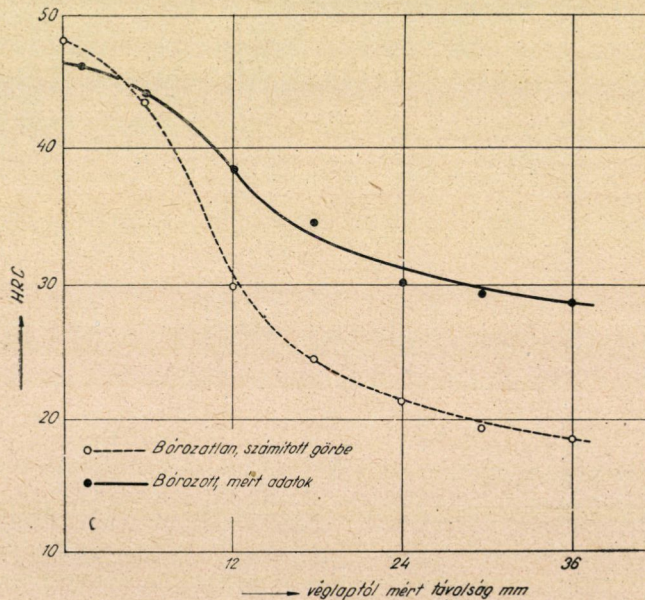
7. ábra

Minthogy a módszer nyilvánvalóan hasznos lesz, ha bórozott acéllal foglalkozni akarunk, magam is megkíséreltem megismételni. Két külön erre a célra, a metallurgiai részben ismertett dezoxidálás és nitrogéntelenítés után bórral ötvözött betétacélfajtán, amelyek lényeges ötvözőelemként 1% Cr-ot tartalmaztak, valamint két nemesíthető acélfajtában, amelyek kerekén $1,5\%$ Mn-t és $1,4\%$ Si-ot tartalmaztak és egy másik kísérletsorozatban készültek, a kísérlet sikeres volt (6. és 7. ábra). A kisebb C-tartalmú betétacélban a bóros szegregátumot a sok ferritben nem könnyű megtalálni, annál könnyebb a hálós szövetű nemesíthető fajtákban, mert mindig a hálós ferritek középvonalában van. Hozzá kell tennem, hogy a próba dekarbonizált rétegében a szegregátumot hiába keressük, valószínűen az is oxidálódik; azoknak a próbadaraboknak dekarbonizált rétegében, amelyekről a 6. és 7. ábra készült, némely ferritkristályban sötétszínű eret találni, amely vagy üres vagy valami fényt vissza nem verő anyaggal, pl. oxiddal töltött barázda (8. ábra).

Annak igazolására, hogy a vizsgálatához használt acélfajták hatásos bórt tartalmaznak, a 9. ábrában bemutatom az egyik nemesíthető acélnak kísérleti



8. ábra



9. ábra

úton kapott Jominy-görbéjét, valamint az ugyanolyan összetételű, de nem bórozott acélnak számítással meghatározott Jominy-görbéjét; a bórnak az edződést fokozó hatása világosan észrevehető. A nem bórozott változat edző-

dését kísérletileg megállapítanunk nem lehetett, mert 8-kg-os adagokkal dolgoztunk, ezeket osztani nem lehet.

Bórozott acél és egyéb ötvözőanyag megtakarítási lehetőségek

Mindazt áttekintve, amit acélnak bórozásával az elmondottak szerint el lehet érni, azt kell megállapítanunk, hogy *a szokásos mennyiségű bór voltaképpen nem ötvözőelem. Az ötvözés hatásai, következményei közül a bórozás nyomán csak egy jelentkezik: a nagyobb szelvényben való edződés. Azokat a tulajdonságokat, amelyeket adott összetételű acélban edzéssel, vagy edzéssel és megeresztéssel a átmérőjű szelvényben elérhetünk, ugyanennek az acélnek bórozott változatában a C-tartalom nagysága szerint 2—1,5 d átmérőjű szelvényben érhetjük el. Azt azonban, hogy mik ezek a tulajdonságok, az acélnek egyéb ötvözőelemei és azok mennyisége dönti el.* Hidegben is szívós acélból tehát a nikkelt, megeresztési ridegségre nem hajlamos acélból pedig a molibdén egészen nem hiányozhatik, még akkor sem, ha a kérdéses ötvözőelemet az edződés szempontjából a bór helyettesítené. Semmiféle ötvözőelem sem helyettesíthető teljesen bórral, ez az *V. táblázat* legfontosabb tanulsága.

Mint ötvözőelemnek, a bórnak nem épen kívánatos tulajdonságai vannak; perlites állapotában a bóros acél ütőmunkája kisebb, edzett és lágyra megeresztett állapotban is ilyen, a kelleténél több bórt tartalmazó acél melegben törékeny. Azt se felejtjük el, hogy a bóros acél hőben való kezeléskor másképp viselkedik, mint az ötvözött, erősebben torzul; ezért használatbavétele a gyártásban nehézséget okozhat.

Bórozáson kívül van más lehetőség is az acél edzhetőségének fokozására, illetve a kellő mértékű átédződés biztosítására. A 283. oldalon található felsorolás szerint 0,08% Ti, vagy 0,04% V az edződés szempontjából a bórozással egyértékű. Ezek nem nagy mennyiségű ötvözőfémek, nem is túlságosan drágák. A legutóbbi két évtizedben megszületett számos »takarékos« acélfajta, amelyek közt akad nagy szelvényben edződő is, meggyőzően bizonyítják, hogy a bórozás nem az egyetlen és nem is mindig a legjobb megoldás.

Ma már azt is tudjuk, hogy régebben elég sokszor használtunk feleslegesen erősen ötvözött acélt, a drága ötvözőelemeket eléggé pazaroltuk. *Fejlettebb iparú, nyersanyagokban nem épen szegény országok mutatnak példát, hogy kevésbé ötvözött acél nagyon sokszor épen úgy megfelel, mint a megszokott erősen ötvözött. Amikor ilyen helyettesítésről van szó, persze nem szabad követelni, hogy a helyettesítő anyagnak, a »pótacél« pontosan ugyanazok a tulajdonságai legyenek, mint amelyeneket az eredeti acél mutatott. 4—5% nikkelt tartalmazó acélunk 1—2%-ossal, vagy épen nikkelt egyáltalán nem tartalmazóval való helyettesítése olyan feladat, amelyet nem úgy kell fogalmazni, hogy keressünk acélt, amelynek tulajdonságai pontosan megegyeznek a 4—5% nikkelt tartalmazóéval. A fel-*

adatot úgy kell kitűzni, hogy keresendő az az acél, a legkevésbé ötvözött, legolcsóbb acél, amely az adott célra még épen megfelel. Ehhez elsősorban az acéltól megkívánt tulajdonságoknak nem maximalista módon való megállapítása szükséges.

A VIII. táblázatban felsorolt erősen ötvözött acélfajtáknak gyengébben ötvözöttel való helyettesítése már eddig is széles körben megtörtént.

VIII. TÁBLÁZAT

Erősen ötvözött acélok és helyettesítők

Erősen ötvözött fajta					Ajánlott helyettesítő				
Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Mn	Si	Ni	Cr	Mo
0,80	0,30	3,50	—	—	0,80	0,30	0,55	0,55	0,20
					0,90	0,30	0,55	0,50	0,25
0,50	0,30	5,00	—	—	0,55	0,30	3,25	1,20	0,12
0,80	0,30	1,25	0,75	—	0,80	0,30	0,55	0,55	0,20
					0,90	0,30	0,55	0,50	0,25
0,50	0,30	3,50	1,50	—	0,55	0,30	3,25	1,20	0,12
0,80	0,30	—	—	0,25	0,65	0,30	0,55	0,20	0,20
0,80	0,30	—	0,80	0,20	0,80	0,30	0,55	0,55	0,20
0,60	0,30	1,80	0,70	0,25	0,90	0,30	0,55	0,50	0,25
0,60	0,30	1,75	—	0,25		általános helyettes			nincs
0,50	0,30	3,50	—	0,25	0,80	0,30	0,55	0,55	0,20
0,80	0,30	—	0,65	—		általános helyettes			nincs
0,80	0,30	—	0,90	0,15V	0,80	0,30	0,55	0,55	0,20
0,90	1,60	—	0,50	—	0,80	0,30	0,55	0,55	0,20
1,00	0,30	0,50	0,40	0,12	0,80	0,30	0,55	0,55	0,20

További lehetőséget nyit meg az ötvözőfémekkel való takarékoskodásra némely korszerű hőben való kezelés, pl. a nagyfrekvenciás edzés. (12) nyomán néhány autó- és traktoralkatrész példáján bemutatom, miként lehet erősen ötvözött acélt ötvözetlennel helyettesíteni (IX. táblázat).

Még arra kell rámutatnom, hogy a korszerű anyagvizsgálat eredményeinek érvényesítése a szerkesztésben szintén jelentős takarékoskodási lehetőséget rejt magában. A kifáradás szempontjából kedvező alakú motortengely 80—90 kgm/m² szilárdságú anyagból jobb, mint a kétszer akkora szilárdságú acélból készült, de nem helyesen szerkesztett tengely.

A bórozott acél gyakorlati alkalmazásáról szóló beszámolóik többnyire óvatosságra intenek, kevésbé derűlátók, mint a laboratóriumi kísérleteket ismertetőik; az utóbbiak mindig többé-kevésbé egyoldalúak is. Kétségtelen, hogy a bórozás alkalmas módszer acélfajták felhasználási területének bővítésére,

IX. TÁBLÁZAT

Ötvözött acél helyettesítése nagyfrekvenciásan edzett alkatrészekkel

Gyártmány		C	Mn	Ni	Cr	Mo
Görbített tengely ...	Régi anyag	0,40	0,80	1,25	0,65	—
	Új, nagyfr.	0,46	0,75	—	—	—
Autótengely	Régi anyag	0,40	0,85	—	0,45	0,20
	Új, nagyfr.	0,35	0,75	—	—	—
Traktorfogaskerék.....	Régi anyag	0,45	0,80	3,50	—	—
	Új, nagyfr.	0,45	0,75	—	—	—

de azt, hogy mikor és milyen célra kell azokat használni, ugyanúgy a bórozott acél metallurgiai és technológiai sajátosságainak mérlegelésével kell eldönteni, mint minden egyéb anyag kiválasztásakor. Főleg azt tudnunk, hogy a bórozott acél nem azonos az ugyanolyan szelvényben edződő ötvözött acéllal. A témáról szóló legújabb közlemény (15) errenézve így nyilatkozik: »Although it may not be possible to upgrade a steel from one grade to the next, there may be applications, where steel is required in bulk and even a small benefit from boron addition may justify its use.« (Bardgett).

Javaslat

Befejezésül nagy vonásokban programot szeretnék adni arranézve, mit tegyünk a bóracél-kérdésben. Minthogy acél-ötvöző elemekkel mi sem vagyunk jobban más országoknál, és mert bórozással ötvöző-elemeket, ha nem is teljes értékkel, de némely vonatkozásban kétségtelenül meg lehet takarítani, a bórozott acélokkal foglalkoznunk kell. Nem intézhetjük azonban a dolgot egyszerűen azzal, hogy valaki vagy valami szerv »végezzen kutatást«; amit intézet vagy laboratórium e téren megállapíthat, már eléggé ismert, újból nem kell megállapítani. Az eddig végzett tanulmányok és előkészítő munka alapján tovább mehetünk. Nézetem szerint a bórozott acélok ipari felhasználása két úton készíthető elő, esetleg mindkét utat egyszerre is követhetjük, annál is inkább, mert nem különböznek egymástól lényegesen.

Egyik lehetőség, hogy kijelölünk néhány jelenleg gyártott, ötvözött nemesíthető és betétben edzhető acélfajtát, pl. a Mn-Cr-sorozatból. A hozzájuk hasonló szelvényben edződő, de csökkentett ötvözőfémtartalmú bórozott acél összetétele az ismertetett adatok alapján megállapítható. A javasolt új acélfajta edződése és hőben való kezelésének legszükségesebb részletei laboratóriumban megvizsgálhatók. Azután üzemi adag következne, melynek anyagából olyan gyártmányokat készítenénk, amelyeket a szabványos acélból szoktak

előállítani. Ezeket be kell szerelni itthon maradó traktorokba, szerszámgépekbe és ha beváltak, az új acél szabványosítása és használatának elrendelése következhetik.

A másik lehetőség a következő. Néhány gépnek ötvözött acélból készülő részeit át kell vizsgálni abból a szempontból, hogy azokban valóban szükségesekek-e teljes mértékben azok a mechanikai tulajdonságok, amelyeket az ötvözés biztosít. Olyan részeket, amelyekben a teljes ötvözés nyilvánvalóan felesleges vagy olyanokat, amelyekben az ötvözés szükségessége kétséges, meg kell kísérlni gyengébben ötvözött, bóros acélból készíteni és beszerelni. Arranézve, hogy a bórozott acélok közül melyik helyettesíthet bizonyos mértékben valami adott, erősen ötvözött acélt, anyagszakértőink szívesen segítséget adnak a szerkesztőknek.

A fő feladat azonban mindkét megoldásnál a szerkesztőké; csak ők tudják megmondani, megelégedhetnek-e a gyengébben ötvözött, bórozott acélnak eléggé ismert tulajdonságaival. Semmi esetre sem szabad arra az álláspontra helyezkedniük, hogy a bórozott acél teljes értékű helyettesítője legyen az eddig használt fajtának; inkább azt kell nézniük, nem írtak-e elő túlzott óvatosságból olyan erősen ötvözött acélt, amelynek felhasználását a tényleges igénybevétel nem indokolja. Igényeinket tehát mérsékelnünk kell, de csak olyan mértékben, hogy az új acélfajta még épen megfeleljen. Ez nem új szempont, hanem olyan, amelyet nemcsak nekünk, magyaroknak kell érvényesítenünk, de nálunk nagyobb, gazdagabb országok se hagynak figyelmen kívül.

IRODALOM

- Az edzhetőséget, annak vizsgálatát, a kritikus átmérőt stb.-t illetően l. *Szőke László*: Hőkezelések alkalmazási területe szerkezeti acéloknál. Mérn. Továbbk. Int., G. IV. 1. (1952).
1. Am. Iron and Steel Inst.: Boron and Alternate Steels. Több folyóirat közölte. L. pl. az ASM: Boron Steels c. cikkgyűjteményét a 28. o.
 2. Előbbi kiegészítése. Mat. and Methods, 35 (1952), márc., 121. o.
 3. Scherer, R., Bungardt, K. és Kunze, E.: Untersuchungen über den Austausch von Legierungsmetallen durch Bor bei Einsatz- und Vergütungsstählen. St. u. E. 72 (1952) 1433. o.
 4. Metal Treatment and Drop Forging, 1953. febr. szám.
 5. Robbins, F. J. és Lawless, J. J.: Use of Boron Steel in Production. Metal Progress (1950) Jan., 81. o.
 6. Udy, M. C.: Boron in Steel. Metal Progress, (1947), 257. o.
 7. Rahrer, G. D. és Armstrong, C. D.: The Effect of the Carbon Content on the Hardenability of Boron Steels. Trans. ASM. 40 (1948), 1099. o.
 8. Grossmann, M. A.: Hardenability Calculated from Chemical Composition. Trans. AIME. 150 (1942), 227. o.
 9. Crafts, W. és Lamont, J. L.: The Effect of Some Elements on Hardenability. Trans. AIME. 158 (1944) 157. o.
 10. Grange, R. A. és Garvey, T. M.: Factors Affecting the Hardenability of Boron Treated Steels. Trans. ASM. 37 (1946) 136. o.
 11. Kramer, J. R. és Siegel, S.: Factors for the Calculation of Hardenability. Trans. AIME. 167 (1946) 670. o.
 12. Panel etc.: Boron Steels, Metal Progress (1951) Aug. 16. o.
 13. Krainer, H. és Kroneis, M.: Erfahrungen mit Borzusätzen bei legierten Stählen. St. u. E. 72 (1952) 1652. o.

14. *Grange, R. A., Seens, W. B., Holt, K. S. és Garvey, T. M.* : Effect of Boron and Kind of Boron Addition upon the Properties of Steel. Trans. ASM. 42 (1950) 75. o.
15. *Speight, G. E.* : Addition of Boron to Steel by Reduction from Boron Oxyde. J. Iron. Steel Inst. 171 (1952) 147. o. ; vitája ugyanott, 173 (1953) 275. o.
16. *Archer, R. S.* : Boron in Steel. Metal Progress (1946) Oct. 677. o.
17. *Wray, P. R.* : Boron Steels for Constructional Parts and for Carburizing. Metal Progress (1951) July, 50. o.
18. *Allen, A. H.* : Mechanized Heat Treatment Points to New Goals in Costs and Quality, Metal Progress (1952) Jan. 68. o.
19. *Widrig, S. L. és Groves, W. T.* : Distortion and Service Tests of Carburized Gears Made of Boron Steels. Metal Progress, (1952) July, 75. o.
20. *Wilcock, R.* : Effect of Boron on the Mechanical Properties of Low-Alloy Steels. J. Iron and Steel Inst. 173 (1953) Apr.

HOZZÁSZÓLÁSOK

MESTER ISTVÁN

Az előadásban foglaltakkal mind lényegében, mind a részleteket illetően teljesen egyetértek, és legfeljebb kiemelni kívánok az előadásból néhány fontosnak látszó, talán kevésbé hangsúlyozott részt. Ilyenek:

Bórozott betétedzésű acéloknál több kísérletező a cementált kéreg keménységének éppen a csökkenését észlelte a nembórozott acélok kéregének keménységéhez képest, s így épp a bórozott acélból készült ilyen darabok nagymérvű elhúzódnását tapasztalták, ami többé-kevésbé az erősebb átédződéssel is teljes összhangban van.

Ha az előadásban említett források szerint pl. a bór 0,08% titánt tud helyettesíteni a beedződés szempontjából, másrészt pedig a bórozott adagokban 0,003—0,004% a bór, amihez még 15—20-szoros mennyiségű titán is járul, akkor ez a Ti-mennyiség már kb. annyi, mint amennyit a bór beedződési szempontból helyettesítenem tud az előadás adatai szerint. Ez viszont azt jelenti, hogy a bórozáshoz felhasznált segédötvözettel a bóron kívül még külön ugyanannyi más ötvöző is bejut az acélba. A bórozás hatásának megítélésénél ez szintén figyelembe veendő. Épp így rendszerint tartalmaz a segédötvözet a Ti-on kívül más drága és ritka ötvözőelemet is, pl. Zr-t, V-ot, stb.

Az acél-bórozással régóta kísérletező amerikai gyakorlat is valóban csak a csökkentett Ni-, Mo- stb. tartalmú acélokba adja a bórt, ha komolyabb alkatrészt akar belőle csinálni, és nem teljesen Ni, Mo stb. nélküli acélt használ ilyen célra. Nálunk viszont e tekintetben hasonlít a helyzet a németországihoz, mert túlnyomó többségben túl vagyunk a Ni- és Mo-ötvözésű szerkezeti acélok, s a teljesen ilyen ötvözők nélkül készült szerkezeti acélok legtöbb helyen jól beváltak. Amelyik acélnál pedig bajok voltak, ott a háborús, vagy azóta szerzett tapasztalatokon okulva újabb minőségeket vezetünk be.

Ami az acélok jobb átédzhetőségi kérdését illeti, erre vonatkozólag az előadás kitér az újabb hőkezelési módokban rejlő nagy lehetőségekre. Pl. a nagyfrekvenciás edzésre. E tekintetben meg kell jegyezni, hogy éppen a nagyfrekvenciásan edzett alkatrészek alkalmazásánál az utóbbi években már némi visszahatás keletkezett, talán az itt-ott túl merészen végrehajtott gyökeres minőségi változtatás miatti balsikerek hatására. Ettől függetlenül azonban kétségtelenül komoly lehetőség rejlik az acélok átédződésének fokozására a régebben alkalmazott edzési eljárások helyett energikusabb hűtési módra való áttérésben. Pl. az eddig alkalmazott olajedzés helyett kombinált víz-olaj hűtés nagyban fokozza az acélok átédződését.

Az előadás végét képező javaslatokkal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy két-három párszáz kilós súlyú adag készült nemesíthető acélfélékből gyakorlati kipróbálás céljaira. Ezekből főleg olyan járműalkatrészeket fognak gyártani és üzemben kipróbálni az ötvözött gépacélok foglalkozó acélbizottság kezdeményezésére, amely alkatrészek eddig kielégítő minőségben csak Cr-Ni vagy Cr-Mo ötvözésű acélból készültek.

POÓCS REZSÓ

Verő professzor úr érdekes és értékes előadás keretében ismertette a bóracélok tulajdonságait és jelentőségét. Az ismertetett anyag, amelyből azután a végső következtetést is levonja, kizárólag amerikai folyóiratokból származik, és az a végső következtetés, amely szerint bórozással ötvöző elemeket, ha nem is teljes értékkel, de minden vonatkozásban meg lehet takarítani, véleményünk és eddigi személyes kutatásaink szerint is óvatosnak látszik. A helyzet ugyanis az, ha csak a támpontot nyújtó amerikai viszonyokat nézzük, hogy 1951-ben az Egyesült Államokban a szabványosított bóracélokkal 6 000 000 kg nikkelt takarítottak meg a hivatalos jelentés szerint, ami a teljes nikkelszükséglet 24%-a. Felhívjuk azon felül a figyelmet arra, hogy az amerikai folyóiratokban is egymástól igen nagy eltérést mutató eredményeket lehet találni. Ez egyrészt azzal magyarázható, hogy a bóracéloknál az optimális mechanikai tulajdonságokat megtalálni igen sok változós függvény (bórmennyiség, kikészítés, eljárás, egyéb ötvöző elemek és C mennyisége, hőkezelés, stb.) megoldását jelentené, tehát véglegesen befejezettnek nem tekinthetjük s ezért a sok ellentmondó ismertetés, másrészt a gazdasági érdekellentétek is sokszor befolyásolják a cikkeket.

Az eltérő vélemények miatt tehát indokolt Verő prof. óvatos következtetése és azon javaslata, hogy kijelölendő a Mn-Cr-sorozatból néhány nemesíthető és betétedzésű acélfajta, amellyel itthon végzendő megfelelő kutató munka.

Felhívjuk a figyelmet arra is, hogy részben a külföldi folyóiratokban talált bizonytalanság miatt, főként pedig a súlyos valutáris gondot okozó Ni és Mo kiküszöbölése, vagy csökkentése végett, még 1951-ben a Ganz-gyár keretén belül munkaközösséget alakítottunk a bóracélok kutatására. Ezt a kutatást a Magyar Tudományos Akadémia ösztönzésére 1953. január 1-től lényegesen kiszélesítve folytatjuk és elért eredményeink nagyobb jelentőséget mutatnak fel a bóracélok alkalmazására, mint a fenti előadásból esetleg következtetni lehetne. A kutatásainkat, miként ezt Verő professzor előadásában is javasolja, két területen kezdtük meg. 1. Szerkezeti nemesíthető bóracélok. 2. Betétedzésű bóracélok megfelelő összetételének, mechanikai tulajdonságainak megállapítására. Az alapelgondolásunk az volt, hogy a nehezen beszerezhető Ni és Mo teljes kiküszöbölésével igyekezzünk megoldani a Cr-Ni-Mo-szerkezeti acélokat pótló bóracélt. A Ti és V alkalmazását nem vettük programba, mivel ezek behozatali anyagok, vagy drágák. A bór pedig, tekintve a kezeléshez szükséges egész minimális mennyiséget, részben az ország jelenlegi készletéből fedezhető, azon felül újabb feltárások szerint itthon is megfelelő lelőhely és mennyiség áll rendelkezésre.

Megjegyezzük, hogy kutatásaink még megközelítően sem tekinthetők befejezettnek, azonban néhány eredményt az alábbiakban közlünk.

Nemesíthető bóracél. Kizárólag az M 125-ös anyag bórozásával foglalkoztunk, mivel a Ganz-gyárban alkalmazott konstrukcióknál általában ilyen szilárdságú acélokat használnak, amit eddig a Ganz-gyár Mo-Ni-Cr-ötvözésű (szabványtól eltérő) acéllal oldott meg. Az átedzési mélységekre vonatkozó méréseink teljesen megegyező értéket adtak az előadásban ismertetett anyaggal, azonban a hosszirányban (nyújtási irányban) végzett vizsgálatok legtöbb esetben a mechanikai értékek javulását is kimutatták, sőt a szívóssági értékekét is. Végeztünk összehasonlító próbát, az adag első felét megfelelő dezoxidálás után, de bórozás nélkül lecsapoltuk, a második felét pedig minden változtatás nélkül bóroztuk. Laboratóriumi vizsgálatok szerint 30 Ø átmérőjű

próbabálcáknál teljesen azonos hőkezeléssel a bóracél folyáshatára 13%-kal, szakító szilárdsága 7%-kal, a nyulás 5 d hosszánál 15%-kal, az ütőmunka értéke 25%-kal volt nagyobb, mint a nem bórozott acélé, a kontrakció értéke nem változott. A szövetszerkezetben különbség nem látható.

Betétedzésű acéloknál kitűzött célunk a CrNi 45,68-nak és a CrNi 35,68-nak megfelelő pótlása bóracéllal. Sikertelenül megpróbáltuk találni, amelynél a minimális 120 kg/mm² magszilárdságot könnyen elértük, és a CrNi 45,68-ra a szabványban előírt mechanikai tulajdonságokat minden esetben kielégítette. A szövétvizsgálat szerint a magban elérhető a nemesített szerkezet és a fokozatos átmenet a cementált rétegből a nemesített rétegbe. A cementálásnál kétségtelenül problémák merültek föl, amennyiben eleinte a kéregben túldúsítás mutatkozott cementitháló alakjában, de megfelelő kísérletekkel és enyhébb hatású cementáló szerrel ezt a hibát is sikerült kiküszöbölni.

Keresztirányú próbáknál a bór nem mutatott eddigi vizsgálataink szerint javítást, de a próbákat még csak részben tudtuk elvégezni. Megjegyezzük, hogy elméletileg sem várható a bórtól ilyen irányú javítás. Acélöntvényeknél a bórozás, amelyet öntött normalizált állapotban igen sokszor és sok adagnál vizsgáltunk, majd minden esetben lényeges javulást mutatott.

Verő professzor rámutatott, hogy nemcsak a laboratóriumi vizsgálatok, hanem a gyakorlatbavétel és az ott szerzett tapasztalatok is döntő fontosságúak. A nemesíthető bóracélt már 1952 végén a Ganz-gyárban annyira megfelelőnek találtuk, és olyan szórásmentes adatokat nyújtott, hogy javaslatunk alapján a Ganz-szerkesztési osztálya felismerte a bóracél kedvező tulajdonságait és egyes hátrányait is ismerve, pl. a keresztirányú próbáknál a gyengébb eredmény, a Ganz-konstrukcióknál Mo-Ni-Cr-anyagot teljesen kiküszöbölte, és az M 125 bór változatát szabványként alkalmazta (TB 90-nek elnevezve). Az Autótröszt szintén megrendelt kísérleti célokra, kísérleti járműbe való beépítésre a Ganznál bóracélt. A betétedzésű bóracéloknál még általános bevezetés nem történhetett, de kísérleti célokra a motorvonatokba és a Metro-kocsiba beszereltek bóracél fogaskerekeket. A terhelési próbák a közeljövőben lesznek.

Igen nagy örömmel vesszük Verő prof. javaslatát, amely szerint a bóracélokkal a részéről kitűzött határozott irányban kísérleteket kell folytatni, mert ez egyúttal azt is jelenti, hogy a Ganz-gyár helyi jelentőségéből országos jelentőségűvé emeli a bóracél kérdését. Egyben tisztelettel javasoljuk, hogy az illetékes szervek irányításával munkaközösségek alakuljanak, mint a miénk is. Így részben a munkaterület felosztásával, részben egymás eredményeinek ellenőrzésével nagy lépéssel vihetnénk előre a bóracél ügyét és annak szabványosítását.

Igen helyesen mutatott rá Verő professzor javaslatában a szerkesztési osztályok feladatkörére, amely szerint az igénybevételek ismeretével vizsgáljuk felül a szerkezeti acélokban a bóracélok, vagy egyéb acélokban megfelelő alkalmazási lehetőségét. Ennek fontosságát mi is jól éreztük, és éppen ezért a Ganz-gyárban a mi bóracél-brigádunk vezetését a szerkesztési és tervezési osztályunk egyik vezető mérnöke vállalta el, és így minden esetben, mind a kísérletek irányításánál, mind a felhasználásnál figyelembe vettük mind a bóracél minőségét, mind a gépszerkezetekben a megfelelő alkalmazási terület kiválasztását.

JUNG BÉLA

A bórral való ötvözés kétségtelenül alkalmas átedzést elősegítő ötvöző elemek helyettesítésére. Az USA szabványok és az ottani évi 1 000 000 tonnás termelés bóros acélfajtákban ezt az elvet gyakorlatilag is megerősítik és azt jelentik, hogy ez a módszer gazdaságos, valamint a minőségi gyártás kivánalmainak is megfelel.

Az ajánlott acélok majdnem mindegyike molibdént is tartalmaz. A molibdén az edzési réteg mélységét ugyanolyan mértékben növeli, mint a mangán. Hatása az előadás adatai szerint is ötszöröse a nikkelének.

A molibdén a nemesíthető acélokban a megeresztési ridegséggel szembeni ellenállást segíti elő. Hőálló acélokban a nyúlási sebességet csökkenti tartós igénybevétel esetén 600 C°-ig. A molibdén mindezekben a vonatkozásokban kétszeres mennyiségű wolfrámmal helyettesíthető teljes mértékben.

A molibdén további előnye, hogy hulladékokból azok beolvasztásakor, gyakorlatilag értékesíthető akár oxidáló, akár redukáló kemenceatmoszférákban, akár bázisos, akár savanyú salak mellett. Ezzel szemben a wolfrámnak a hulladékból való visszanyerése csak kis bázicitású vagy savanyú salakkal lehetséges. Az acélt minden különös rendszabály nélkül nem szükséges ferromolibdénrel ötvözni, molibdátokból is redukálódik az olvasztás alatt. Wolfrámátokból a wolfram redukálása a kis bázicitású salakkal kissé redukáló körülmények között lehetséges. Tehát körülményesebben valósítható meg.

Molibdén-hiányunk és viszonylagos wolfrámbőségünk mellett a wolfrámos ötvözésre vagyunk ráutalva.

A bórral való ötvözés előnyös hatása az acél átedzhetőségére nyilvánvaló. Bóracélok alkalmazásában az olvasztási eljárás a legkényesebb. A múlt évben a Ganz-Waggongyárban Poócs Rezső kohómérnök és munkatársai foglalkoztak a bóracélok olvasztásával eléggé sikeresen. A bórtartalom quantitativ meghatározása hiányában nem jutottak előre.

Verő József előadása most föltárja ezen a vonalon a konkrét lehetőségeket. Visnyovszky László eredményesen állított elő alumínotermitikus utón ferrobórt. Ezek után úgy látszik, hogy a bóracélok üzemi előállításának minden lényeges akadálya elhárult, és csak az illetékes tényezők támogatására van szükség a bóracélok kísérleti gyártásának újramegindítására.

A nehezen hozzáférhető elemekkel való takarékoskodás céljából, több mint két éve az akkori Kohó- és Gépipari Minisztérium részéről kinevezett bizottságok ma is eredményesen folytatnak ilyen irányú tevékenységet a javaslat második részében kifejezett elvek szellemében. Ezeknek a bizottságoknak tagjai az acélgyártás, hőkezelés és az acél felhasználás szakemberei.

Örvendetes és mindenképpen hasznos, hogy a Magyar Tudományos Akadémia, mint legfőbb irányító szerv kezébe veszi az ötvöző elemekkel való takarékoskodás ügyét, és támogatni fogja mind az acélgyártásban mind a feldolgozásban, mind pedig a felhasználásban megnyilvánuló egyéni kezdeményezéseket.

HAJTÓ NÁNDOR

Holnap lesz egy éve annak, hogy ugyanebben a teremben azért gyűltünk össze, mert az öntöttvasnak magnéziummal való ötvözése olyan divattossá vált, hogy lassan már minden anyagproblémánk megoldására egyedüli

gyógyítóírnak tetszett. Akkor az Akadémia ankétot rendezett és a szélesen hőmpölygő divathullámot a józan mérséklet medrébe terelte. Hogy ez milyen jogos és szükséges volt, azt mi sem bizonyítja jobban, mint az elmúlt év idevágó rendszeres kutatásainak a józan mérsékletet mindenképpen indokló eredménye.

Önkéntelenül is erre gondoltam elsősorban a bőrt illetően akkor, amikor Gillemot és Verő professzorok előadásait hallgattam és remélem, a hatásuk is hasonló lesz.

Az egyik előadás az acél bórral való kezelésének hatását vizsgálta, a másik a titánnal való ötvöztetés minőségjavító lehetőségeivel foglalkozott. Mindkettő határozott állásfoglalás volt a kérdés jelenlegi állását illetően, de ugyanakkor iránnyt mutatott a további kutatásoknak is.

Mindkét ötvözőre egyaránt érvényes, hogy fel kell és fel is tudjuk, használni azokat »takarékcél«-problémáink megoldásában, de csak akkor ha eleve számolunk azokkal a lehetőségekkel, amelyeket ezektől az elemektől várhatunk és nem keresünk olyan hatásokat, amelyeket nyújtani nem tudnak.

Verő professzor a bórral kapcsolatos lehetőségeket világította meg úgy, hogy ahhoz hozzátenni valamit aligha kell. Ez az ötvözőelem az edzhetőséget javítja, más hatást azonban — legalább is olyat, amilyen a takarékcélok szempontjából kedvező lenne — nem várhatunk tőle. Ez a megállapítás a külföldi kutatási eredményeken és az eddig végzett néhány hazai kísérlet tapasztalatán alapszik. Ez utóbbiakban az elért látszólagos eredményeket nyilvánvalóan a bőr dezoxidáló hatása okozta. Erre mutat az is, hogy a Verő professzor végezte mikroszkópi vizsgálat ezekben az acélokban aktív bőr jelenlétét nem mutatta ki. Azt a főleg a szívósság növekedésében megmutatkozó hatást, amit ezekben a hazai acélokban tapasztaltak, nyilván az alumíniummal végzett hatásosabb dezoxidálás is biztosította volna.

A további kutatás irányvonala tehát világos: ha pusztán csak az edzhetőség javítására van szükség, akkor — az előadásban vázolt korlátok között — a bőr használata sikerrel kecsegtet. Ha ehhez még azt fűzöm hozzá, hogy minden más irányú kísérlet eleve meddő és a sikertelenségét önmagában hordja, akkor ez a megállapítás talán merevnek hatna, ha nem utalnánk arra a takarékcélokkal kapcsolatos rengeteg problémára, amelyeknek megoldásához az elmélet szerint is járható utakat ismerünk. Ezekben az utakon kell járnunk ahelyett, hogy eleve reménytelen kísérletekre pazarolnánk időt, anyagot, munkaerőt és még sok minden egyebet.

A takarékcél-problémáink megoldásának így járhatóbb útja éppen a másik előadás tárgya: a titán. Ettől a fémtől, mint acélötvözőtől nemesak a edzhetőség javulását, de ennél sokkal többet várhatunk.

A részben éppen most módosított elméleti ismereteink éppúgy sokat ígérnek, mint az eddigi, javarészt inkább csak tájékoztató jellegű kísérletnek a várt és kapott eredményei.

Itt is van még sok megoldatlan probléma. Ezek egy része elsősorban az elméleti kutatót kell, hogy érdekelje. Közülük csak taláломra ragadom ki a TiC keletkezésének kérdését. Az elméleti kutatásra vár az a feladat, hogy megkeresse azt a koncentrációterületet, ha úgy tetszik, egyelőre csak a Fe-Ti-C ternér ötvöztetrendszerben, amelyben az α -vas még C jelenlétében is oldja a titánt. Felhozhatnám itt az Al-Mg-Si rendszer analógiáját is. A homogén szilárd

oldal területe ennek az Al-sarkában is jelentkezik, pedig ismeretes, hogy a rendszer két ötvöző féme alkotta Mg_2Si talán egyike a legstabilisabb vegyületeknek. De kísérleti adataink is vannak, amelyek ennek a C-t és Ti-t oldani tudó szilárd oldatnak létezésére mutatnak.

Az előadásból hallottuk, a Ti-adagolás még 0,1% C jelenlétében is kezdetben növeli a folyási határt és csak nagyobb koncentrációban csökkenti azt. Vajjon magyarázható-e ez a jelenség másként, minthogy a Ti kis mennyiségben még oldódik az α -vasban, nagyobb mennyiségben pedig már TiC keletkezik? Ennek a kutatásnak az eredményéből kell magyarázatot kapnunk a TiC koncentrációjának a stöchiometriai aránytól az acélban rendszerint eltérő helyzetére is.

Ez persze csak egy kiragadott probléma azok közül, ami az elméleti kutató számára érdekes lehet.

Még több kísérleti munka vár az üzemi kutatóra, aki az eddigi eredményekből már az ipar részére hasznosítható lehetőségeket keresi. Itt aztán igazán felesleges lenne az előadásban és a hozzászólásokban reménykeltőnek minősített kutatási irányokat még újabakkal szaporítani.

A mélyhúzásra alkalmas lágyacél optimális gyártási eljárásának megállapítása éppúgy a jövőben megoldásra váró feladat, mint a nagyszilárdságú hegeszthető takarékcél problémája: a felületen edzhető, de a jelenleg használt AC 45,61-nél jobb minőségű acél keresése; a molibdént nem tartalmazó acél tartós folyáshatárának titámmal való javítása, vagy a betétben edzhető, illetve nemesíthető szerkezeti acélok területén várható hatások rendszeres vizsgálata.

A titánnak az ekvikohéziós pontot, illetve hőmérsékletet módosító jelentőségével megint az elméleti kutatónak kell foglalkoznia. Eredményei fognak irányt mutatni az ipari kutatónak a tartósfolyási határ szempontjából legkedvezőbb összetétel kereséséhez.

A betétben edzhető és nemesíthető titántartalmú takarékcélokat azonban rendszeres kutatómunkával lehet feltárni. E téren eddig csak két megnyugtató konkrétum volt. Az egyik a titánnak az átedződést másfélszeresnél feltétlenül nagyobb mértékben növelő hatása; a másik a folyáshatár — szakítószilárdság — arányának megbízhatóan 0.9 körüli, de azt gyakran meghaladó értéke.

Mester kartársnak jórészt irodalmi adatokból származó aggályait már a kb. 250 eddig készített laboratóriumi adat eredményei alapján — elsősorban e két tulajdonságot illetően, de általában is — túlzottnak tartom.

Amikor részben egyetértek Szűcs kartársam metallurgiai aggályáival, meg kell jegyznem azt is, hogy a metallográfus munkáját, ha úgy tetszik álmait nem korlátozhatják olyan gyártási nehézségek, amelyeket a metallurgusoknak kell megoldani. Ezek csak nehézségek, legfeljebb problémák, megoldásuk megkísérlésére Szűcs kartárs hozzászólása végén úgyszólván ígéretet tett.

A titános takarékcélok rendszeres kutatása a Vasipari Kutató Intézetben folyamatban van és fokozatosan sor kerül az üzemi kísérletekre is. Korai lenne az eddigi eredményekből egyeseket kiragadni, de valószínűnek tartom, hogy ennek a kutatómunkának a végén nem sok olyan igény akad, amelyet titánt is tartalmazó, többé-kevésbé ötvözött, de hazai körülmények és lehetőségek között gyártható takaré-, szerkezeti- vagy betétben edzhető acéllal ki ne tudnánk elégíteni.

VERŐ JÓZSEF

Sok reflektálnivalóm voltaképpen nincs, hiszen az elhangzott hozzászólások részben kiegészítették a részemről elmondottakat, másrészt azt is meg kell állapítanom, nem került sor arra, hogy itt meghatározott terv kialakuljon. Ezért a terv kialakítását és egyben irányítását az Akadémia nemesacélbizottsága nevében vállalnám.

Megjegyzésem talán egyedül Poócs kartársam felé lenne, aki hangoztatta, hogy az egymásnak ellentmondó irodalmi ismertetések és a gazdasági érdekelleték befolyásolják azokat a cikkeket, amelyeknek alapján szerinte előadásomat összeállítottam. Magyarázatképpen szeretném ehhez hozzátenni, hogy a források, amelyekből merítettem, valóban nyugatiak, elsősorban azonban nem amerikaiak, hanem németek voltak. Legfontosabb adataimat, amelyeknek alapján a bóracélok jellegzetes tulajdonságait ismertettem, egyrészt Krainer és Kroneis, másrészt Bungardt—Kunze és munkatársainak dolgozatából merítettem. Természetesen nagyon jól tudom, hogy az amerikai cikkeket nagyon sokszor üzleti érdekek irányítják. Éppen ezért amerikai folyóirathól egyetlen egy nézetet sem vettem át, illetve egész előadásomban az onnan átvett anyag szigorúan csak a táblázatokra, vagy egyéb olyan tényekre korlátozódott, amelyeket a szövegből merítettem. Az előadásban kifejtett nézetem tehát az átvett adatokból leszűrűt, de teljesen saját véleményem volt.

Őszintén szólva az irodalomban — már a kellő szűrés után — a bóracél tulajdonságai tekintetében semmiféle ellentmondást nem látok.

Viszont legyen szabad megemlítenem, hogy azt a 6000 tonna nikkelt, amelyet Poócs kartárs szerint megtakarítottak a borozott acélokkal, annak a fotokópiának a szövege szerint, amelyet ő benyújtott az Akadémiának, nem a bóracélokkal, hanem a bóracéllal és az egyéb helyettesítő acélokkal, csökkentett nikkeltartalmú acélokkal érték el, mégpedig tudomásom szerint nagyobbrészt a csökkentett nikkeltartalmú acélokkal, mivel ezeket régebben és kiterjedtebben használják, mint a borozott acélokat. Sokkal nagyobb mennyiség készül belőlük.

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Hevesi Gyula</i> : Beszámoló a MTA Műszaki Tudományok Osztályának 1952 (V.)—1953. (V.) évi munkájáról	1
H o z z á s z ó l á s o k :	
Kovács K. Pál	32
Geleji Sándor	33
Mosonyi Emil	34
Winter Ernő	35
<i>Szádeczky-Kardoss Elemér</i> : Barna- és feketekőszénfajtáink a népgazdálkodás fejlesztésének szolgálatában	39
H o z z á s z ó l á s o k :	
Vajk Artur	57
Esztó Péter	58
Takács Pál	60
Vadász Elemér	60
<i>Kovács K. Pál</i> : A villamosenergia-gazdálkodás néhány kérdése 10 éves villamosítási terünkben	63
<i>Lévai András</i> : Időszakosan változó teljesítőképességű erőművek egyenértékű teljesítőképességének meghatározása	73
H o z z á s z ó l á s o k :	
Fonó Albert	122
Erdélyi István	122
Zátony Andor	123
<i>Schlattner Jenő</i> : A magyar barnaszénből előállítható kohókoksasz gyártása	125
H o z z á s z ó l á s o k :	
Nahoczky Alfonz	133
Lőrincz Imre	136
Szele Mihály	138
Szádeczky-Kardoss Elemér	141
Zsák Viktor	142
Gloetzer József	143
Tarján Gusztáv	145
Tóth-Sarudi Béla	145
Varga József	147
Vadász Elemér	147
Schlattner Jenő	147
Vadász Elemér	148

<i>Visnyovszky László</i> : Nyersvasgyártásunk távlati fejlesztése.....	151
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

Cotel Ernő	165
Zsák Viktor	166
Nahoczky Alfonz	167
Tarján Gusztáv.....	170
Simon Béla	170
Forbáth Róbert	171
Claus Lajos	172
Fehér Tibor	173
Visnyovszky László válasza	175
Vadász Elemér	176

<i>Szendy Károly</i> : Az országos kooperációs hálózat feszültsége és kialakítása.....	177
--	-----

H o z z á s z ó l á s :

Vajta Miklós	193
--------------------	-----

<i>Heller László</i> : Erőműépítési tervünk alapvető kérdéseiből.....	195
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

Klopfér Jenő	209
Geszti Pál Ottó	
Gózon Károly	
Vajta Miklós	216
Sóváry Emil	217
Botló Vendel	219
Lévai András	220
Heller László	224

<i>Gillemot László</i> : Titánnal ötvözött szerkezeti acélok.....	231
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

Verő József	258
Mester István	259
Jung Béla	262
Szücs Endre.....	264
Kovács Sándor	265
Gillemot László válasza	266

<i>Verő József</i> : A bór, mint egyéb ötvözőelemek helyettesítője acélban.....	271
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

Mester István	296
Poócs Rezső	297
Jung Béla	299
Hajtó Nándor	299
Verő József	302



Ara: 57,— Ft.

A
MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA

X. KÖTET

3-4. SZÁM

A MAGYAR, TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KERETÉBEN MEGTARTOTT HIDROLÓGIAI ÉS METEOROLÓGIAI KONGRESSZUS
1952. NOVEMBER 26-29.



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST, 1953

VI. OSZT. KÖZL.

A
MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA
X. KÖTET 3-4. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG : BUDAPEST, V., NÁDOR-UTCA 12.
KIADÓHIVATAL : BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY-UTCA 21.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleménye változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

Kéziratok a következő címre küldendők :

Magyar Tudományos Akadémia
Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest, V., Nádor-u. 12.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Minden szerzőt száz különlenyomat illet meg megjelent munkájáért. Közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttat a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért, vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként belföldi címre 40 forint, külföldi címre 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány-u. 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám : 04-878-111-48), külföldi megrendelések a »Kultúra« Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest, VI., Sztálin-út 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám : 45-790-057-50-032) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának kiadványa az

Acta Technica

című idegennyelvű folyóirat.

E lap hivatott a magyar műszaki tudományok eredményeinek legjavát a külföld felé tolmácsolni. A cikkek orosz, német, angol vagy francia nyelven jelennek meg. Lehetőleg a szerző kívánsága szerint, összefoglaló pedig a cikk nyelvén és azonkívül a másik három nyelven. Cikkeket magyar, vagy a szerző választotta idegen nyelven a következő címre kell beküldeni :

Acta Technica szerkesztősége, Budapest, V., Nádor-utca 12.

KONGRESSZUSI MEGNYITÓ

VENDL ALADÁR

Kossuth-díjas akadémikus

A Magyar Tudományos Akadémia célja, az alapszabályok szerint, hogy az elméleti és alkalmazott tudományok fejlesztésével, művelésük megszervezésével és általában a tudomány minden eszközével hozzájáruljon a szocialista társadalmat építő népek fejlődéséhez, különösen a Magyar Népköztársaság művelődési és népgazdasági feladatainak megvalósításához.

A kitűzött célok elérése érdekében az Akadémia minden eszközt s módszert megragad és kiaknáz, szem előtt tartván első sorban azokat a feladatokat, melyeket országunk a szocialista — kommunista társadalom felépítésére törekvő munkájában legsürgősebben megvalósulandónak jelöl meg. A fejlődés hazánkban állandóan újabb kérdéseket vet fel a tudomány számára. Ezek tökéletes megoldása csak úgy lehetséges, ha valóban mindenféle lehetőséget felhasználunk a minél jobb, minél tökéletesebb megoldás elérésére.

Egyik ilyen igen fontos eszköz a vita és a megbeszélés igen széles körben, kongresszus keretében.

Több mint száz éve, hogy az alföldi ármentesítés munkálatai a Tisza mentének területén megindultak. Az azóta eltelt időszak nagyobb vízi építkezései lényegükben első sorban főleg a vízkárok elleni védekezésben merültek ki. Ezek nagyon lényeges és tekintélyes, nagyszabású munkálatok voltak s mintegy előkészítették, tanulmányaik révén elősegítették a későbbi, modern vízhasznosítási megoldások többféle lehetőségét. A különböző jellegű vízfajták (felszíni víz, mélységi víz stb.) hasznosítása is már régen megindult; nagyobb mértékben azonban csak az utolsó években az ötéves terv keretében bontakozott ki, a rohamos iparosodás következményeképpen. Ma már olyan lendülettel kell ezt a munkát folytatni, hogy a vízgazdálkodás tudományos feladatainak eredményes megoldásában sok tekintetben új szempontok szerint kell eljárunk. Sok olyan tényezőt vagyunk kénytelenek ma szem előtt tartani s ha lehet mérni és felhasználni, amit régebben nem igen tartottunk elsőrendűen fontosnak. Ma már egy-egy vízgyűjtő területének, vagy egy-egy iparvidéknek hidrológiai kérdéseit egységesen tanulmányozzuk s azon vagyunk, hogy az egész ország vízi feladatait egységesen oldjuk meg.

Szükségessé vált, hogy ezen feladatainkkal tudományos alapon a leg-szélesebb körben foglalkozzunk s ez a feladata kongresszusunknak.

A múlt évi hidrológiai konferencia kedvező eredménnyel zárult. Az el-elhangzott előadások és viták nagy mértékben hozzájárultak víz- és energia-gazdálkodásunk több kérdésének tisztázásához és világos programot szabtak meg a további munkák számára.

Remélem, hogy ez az akadémiai kongresszus is lényegesen hozzá fog járulni nemcsak a problémák tudományos megvilágításához, hanem az ország gyakorlati vízi feladatainak minél tökéletesebb megoldásához is.

A HIDROLÓGIAI ÉS METEOROLÓGIAI KUTATÁS HAZAI FELADATAI

MOSONYI EMIL

Kossuth-díjas lev. tag

A Magyar Tudományos Akadémia műszaki tudományok osztálya által rendezett és most megnyitott kongresszus munkája két nagy tudományágnak, a *hidrológiának* és a *meteorológiának* a területére terjed ki. Akadémiánk keretében a hidrológia a műszaki osztályhoz, a meteorológia a matematikai és fizikai osztályhoz tartozik. E két önálló, nagy tudományágnak egy kongresszusba való összefoglalását nemcsak egyes hidrológiai és meteorológiai problémák közismerten rokon volta, avagy szoros kapcsolata teszi megokolttá, hanem elsősorban az, hogy népgazdaságunknak jelenlegi és a jövőben egymást követő öt éves terveiből olyan hatalmas és átfogó országos vízgazdálkodási program bontakozik ki, amelynek megvalósításához számos tudománynak, de különösképpen a hidrológiának és a meteorológiának minden eszközét mozgósítani és e két tudományt a legnagyobb mértékben fejleszteni kell.

El kell készítenünk vízkészleteink legcélszerűbb felhasználásának tervét ; ezt a tervezést azonban igen alapos meteorológiai, hidrológiai és hidrogeológiai kutatásoknak kell megelőzniök. Noha a leghatározottabban megállapíthatjuk, hogy kutató intézeteink, laboratóriumaink az ország felszabadulása óta rohamosan fejlődnek, illetőleg új tudományos intézmények is alakultak, az eddig elért eredményekkel mégsem elégedhetünk meg. Ezért hidrológusaink és meteorológusaink egyaránt úgy vélték, hogy most, az országos vízgazdálkodási tervekkel kapcsolatos nagyszabású feladataink kitűzése idején, célszerű volna egy olyan kongresszust tartani, amely e területek legfontosabb tudományos kérdéseivel foglalkoznék.

Kongresszusunk végső célkitűzése tehát : az országos vízgazdálkodási terv megvalósításához szükséges tudományos kutatások számára újabb és átfogó iránymutatást adni.

Tagadhatatlan, hogy egy négynapos, de még annál jóval hosszabb kongresszus sem volna alkalmas, illetve elegendő arra, hogy a fentemlített célkitűzés keretébe eső minden hidrológiai és meteorológiai kérdéssel érdemben és valóban behatóan foglalkozhassunk. Ezért tehát szükség volt azoknak a szűkebb területeknek a kijelölésére, amelyekre a kongresszus erejét összpontosítanunk kell. Ezt kétféle szempont figyelembevételével tettük. Elsősorban is azt az irány-

elvet tűztük ki, amely a kongresszusra kerülő témák kiválasztásának módját volt hivatott megadni. A Hidrológiai Főbizottság a Matematikai és Fizikai Osztály meteorológus kutatóival teljes egyetértésben alapos megfontolás után arra az eredményre jutott, hogy igen nagy fontossága volna a mi tudományterületeinken az elméleti kutatás, továbbá a kísérleti, a mérési eljárások különböző korszerű módszereinek összehasonlítása, megvitatása, s ahol többféle eljárásról lehet szó, ezeknek tudományos vita elé való bocsátása.

Kongresszusunk gerincvonalát tehát a hidrológiai és meteorológiai kutatás módszertani kérdéseiben jelöltük meg. Ennek az irányelvnek a kitűzése után, a kongresszus öt főágazata számára, amelyeket öt szakosztály képvisel, a legfontosabb témákat körvonalaztuk.

Nézzük meg rendre az öt szakosztály munkatervét, illetve annak megokolását:

I. A földalatti vizek szakosztálya

számára az országos ipari és ivóvízellátás időszerű kérdéseinek megoldásához és az altalajnedvesítéses öntözés fejlesztéséhez szükséges néhány tudományos kérdés megvitatását tűztük ki. Ezek:

- a mélységi vizek hidraulikája,
- az alföldi területek talajvíztükrének alakulása, különös tekintettel a tiszavölgyi viszonyokra,
- a talajvízáramlás törvényszerűségei.

II. A vízrajzi és hidraulikai szakosztály

az ötéves tervekben előttünk álló nagy *vízépítési* feladatokkal kapcsolatban felmerülő tudományos kérdések előbbrevitelét tűzi ki célul. Munkája tehát főképpen a nagy vízi műtárgyak tervezését megelőző kismintakísérletezés módszereinek fejlesztésére irányul. Ez a kérdés most különösképpen azért időszerű, mert már épül a nagy állami hidrotechnikai laboratórium. E szakosztálynak másik kijelölt témája — ugyancsak a tervezett folyócsatornázásaink megfelelő előkészítése érdekében —, a vízrajzi kutatás fejlesztésének néhány módszertani kérdése.

III. A hidrokémiai és hidrobiológiai szakosztály

elsősorban szintén az ivó- és ipari vízellátás fejlesztése, továbbá a szennyvizek vizsgálata terén szükséges tudományos eljárások javítását tartja szem előtt. Evégből felhívja a figyelmet

új vízvizsgálati módszerek szükségességére,
s arra, hogy a matematikai statisztika módszereinek alkalmazása mind-
jobban tért hódít a hidrológiai kutatásnak ebben az ágában is.

IV. A szinoptikus meteorológia szakosztálya

a rövid idejű előrejelzés és
a távidőjelzés,

hazai vonatkozású kérdéseinek megvitatását tűzte ki célul.

A meteorológiai előrejelzés ugyanis a legszorosabban összefügg a víz-
gazdálkodásunk fejlesztésével, de az előrejelzés kutatása nélkülözhetetlen elő-
feltétele mezőgazdaságunknak, légiközlekedésünk nagyobbarányú fejlődésének is.

A légtömegek energetikai vizsgálatának módját ugyancsak alapvető
tudományos kérdésnek tekintjük a szinoptikus meteorológiában.

V. A klimatológiai és agrometeorológiai szakosztály

a mezőgazdaság fejlesztéséhez, az öntözőgazdálkodás korszerű művelésé-
hez szükséges tudományos meteorológiai kutatás néhány igen fontos részét
tűzi napirendre :

a hőmérséklet napi járásának és a szélsőséges hőmérsékleteknek a hatása
a talajvízháztartásra és a növénytermesztésre,

talajok hógazdálkodásának kapcsolata a növényhasznosítással,
az aszálykár elleni küzdelem néhány tudományos kérdése,
vetéssorok égtáji irányításának különféle hatásai.

E rövid bevezetőt nem zárhatom le anélkül, hogy rá ne mutatnék arra,
hogy a hidrológia és a meteorológia minden területén *példaképpen állnak előttünk a szovjet tudomány kimagasló eredményei*. Ezeket az eredményeket mi
gyakran közvetlenül is fel tudjuk használni, de a mi tudományterületeinken
a szovjet kutatások legnagyobb segítségét éppen az alapvető elvi iránymutatás-
ban látjuk. A szovjet tudományos vizsgálatok alapvető tételeiből *a hazai meteorológiai és hidrológiai viszonyoknak megfelelő* eredményeket kell levezetni,
vagy teljesen elméleti úton, vagy kísérletek segítségével.

A rövididejű előrejelzés körében pl. *Pogoszjan-Tabarovszkij* elméletét
vesszük kiindulásnak, a távjelzés terén pedig a *Multanovszkij*-féle elgondolásra
támaszkodunk. De igen nagy jelentősége van azoknak az aerológiai, energetikai,
klimatológiai vizsgálatoknak, kutatásoknak, méréseknek, amelyek segítségével
ezeknek az elméleteknek az eredményei hazai viszonylatban is hasznosíthatók.

A mélységi hidraulika terén *Scselkacsev* és *Lapuk*, a kismintakísérletezés
terén : *Velikanov, Pavlovszkij, Csertauszov, Zegzsda, Kuznyecov*, a vízrajz terén :

Ogijevszkij, Pavlovszkij, Boldakov, a hidrokémia és hidrobiológia terén : *Zsagyin, Jeleonszkij, Szkadovszkij* szovjet kutatók kimagasló munkásságára hivatkozom, akiknek eredményeit hazai viszonylatban már eddig is jól hasznosítottuk.

De meg akarjuk ismerni a baráti országok, a szomszédos népi demokráciák tudományos fejlődését, s átvenni az ő tudományos kutatási módszereiket is. Szükségünk van arra, hogy eszmecsereben, vitában csiszoljuk tudományos nézeteinket, elgondolásainkat.

Büszkék vagyunk a baráti államok tudományos sikereire, eredményeire, s őszinte szívből megigérünk minden segítséget, amivel a mi tapasztalataink, a mi kutatásaink segíthetik az ő munkájukat.

Amikor itt állunk a kongresszus tudományos vitáinak a megnyitása előtt, mindannyiunkat áthat az a tudat — s azt hiszem ebben mi magyar hidrológusok és meteorológusok teljesen egyetértünk a külföldi vendégeinkkel —, hogy ezen a kongresszuson kifejtett tudományos munkánkkal, az elért eredményekkel, s azok gyakorlati felhasználásával *a békét építjük*.

I.

HIDROLÓGIAI RÉSZ

I. Földalatti vizek szakosztályának előadásai

1952. november 26., 28., 29.

313—374. l.

II. Vízrajzi és hidraulikai szakosztály előadásai

1952. november 26., 27., 28. és 29.

375—471. l.

III. Hidrokémiai és hidrobiológiai szakosztály előadásai

1952. november 26., 27., 29.

472—563. l.

A MÉLYSÉGI HIDRAULIKA MÓDSZEREIVEL ELÉRT ÚJABB EREDMÉNYEK

MAZALÁN PÁL

a műszaki tudományok kandidátusa

Egyes feszített tükrű kutak hidraulikai jellemzőinek megvizsgálása során ismételten megállapítást nyert, hogy a szokványos Dupuit—Thiem-féle összefüggések alapján számított és a ténylegesen mért vízmennyiség között kisebb nagyobb eltérés mutatkozik. Az egyes változók külön-külön megvizsgálása és értelemszerű átalakítása ellenére sem sikerült olyan törvényszerűségeket megállapítani, amelyek az ugyanabban a kútban, különféle szintekben települt vagy más kutakban feltárt vízáadó szelvényekre egyaránt érvényesek lettek volna. Számos kutató véleménye juttatta kifejezésre azt, hogy az áteresztőképességi tényező, amelyet általában a réteg jellemzőjeként kezelnek, csak bizonyos határok között jellemzője a vízáadó kőzetnek, mert nagyobb nyomáskülönbségek alkalmazása sok esetben más értéket eredményez, mint a kisebb nyomáskülönbség mellett nyert értékeké.

Igen lényeges szerepet játszik az áteresztőképesség helyes kiértékelése terén a rétegalkotó ásványok molekuláris tulajdonsága, illetve az a *vízártyavastagság*, amely a molekuláris erők hatására a porózus kőzet szemcséire tapad. Ez a tapadó vízártya, — amely a hidrosztatikus nyomás továbbításában nem vesz részt és megközelítően úgy viselkedik, mint a kőzetalkotó ásványok méreteinek minden irányában való megnövelője, a szabad pórusszelvényeket lényegesen lecsökkenti. A folyamatban levő és a jövőben elvégzendő tudományos vizsgálatoknak kell eldönteni azt, milyen behatásokra és milyen mértékben változik a tapadó vízártya vastagsága és ezzel a szabad hézagterefogat termelésre alkalmas szelvénye.

Egy másik parameter, amelyik az áteresztőképességi tényező egyértelmű meghatározását lényegesen megnehezíti, a *tortuozitás* (tekervényesség) mértéke. Szabályos gömbalakú mesterséges kőzetalkotók esetén a folyadékrezecske mintegy 30 %-kal hosszabb úton éri el ugyanazt a távolságot, mint az egyenesvonalú kapillárisokon áthaladó szivárgó elem. A heterogén szemcseeloszlású porózus kőzetek esetén, amikor nagy részben lemezes kőzetalkotó elemek akadályozzák a folyadékrezecskek egyenes haladását a közel gömbalakú szemcsék közé való beékelődésükkel, a tortuozitás mértékének számszerű meghatározása további nehézséget jelent.

A harmadik tényező, amely a folyadékmozgást a pórusokban a sebesség függvényében befolyásolja, a *súrlódás*. A víznek csőben való lamináris mozgása közben a súrlódás okozta nyomásvesztés meghatározására szolgáló *Poiseuille*-féle összefüggés a nedvesített perimeter figyelembevételével egyúttal a kőzet pórusaiban mozgó folyadék hatására fellépő súrlódási veszteség kiszámításának kiindulását is képezte. — Az invariáns *Slichter*-féle számnak a kőzet szemcse-szerkezetétől függő értéke szoros összefüggésben van a kőzetalkotószemcsék méretével és elhelyezkedésével. E szemcsék méretének gondos meghatározása egyik alapfeltétele annak, hogy a szivárgás sebességét a nyomásgradiens függvényében értékelhessük. Az ugyancsak dimenzió nélküli *Re*-szám porózus közetekben való folyadékmozgásra vonatkozó értékének kiszámítása céljából a fent előadottak szerinti hibaforrásokkal terhelt áteresztőképességi tényező, a pórusosság, valamint a kritikus sebesség ismeretére van szükség.

A rétegben áramló folyadéknak a kút terébe való belépésénél, és az ezzel kapcsolatos irányváltoztatásnál, valamint a kút terében gyakran a turbulens áramlás tartományába tartozó, a külszín felé mozgó víz emelkedésénél fellépő veszteségek olyan tényezők, amelyek a külszínen tényleg elérhető kihozatal határozóan befolyásolják.

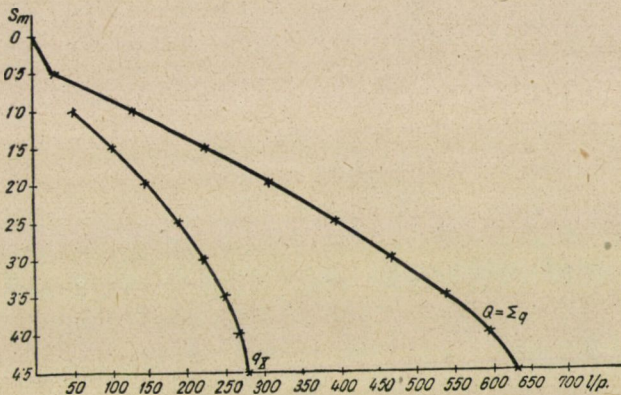
Az itt felsorolt paraméterek meghatározásában jelentkező tág tűrések, valamint az esetleges hibák a tényleg kinyerhető víz mennyiségére vonatkozó számításokban szuperponálódhatnak és téves eredményekben csúcsosodnak ki. A hidraulikai tudományok számos kutatója foglalkozott e kérdésnek tisztázásával és a laboratóriumi vizsgálatok tízezrei utalnak a kérdés nagy horderejére.

Ezek a szempontok igazolták azt a törekvésünket, hogy olyan eljárás útján tegyük vizsgálat tárgyává a mélyfúrású kutakból kitermelhető víz mennyiségét, amely az összes említett tényezőknek laboratóriumokban külön-külön való meghatározása nélkül, azonban az összes tényezőnek a folyadékmozgásra gyakorolt befolyását magában foglalóan veszi figyelembe. Tudomásom szerint valóságos üzemi vizsgálatok az alábbiakban ismertetett módszer alkalmazásával nem végeztek, amelynek alapvető gondolata az, hogy a különféle eljárásoknál alkalmazott állandók laboratóriumi meghatározása helyett, a kút által feltárt termelő rétegek adta viszonyok a helyszínen szolgáltatásuk a számítások alapját képező hidraulikai adatokat.

A kérdést egy kúttal kapcsolatos részletes hidraulikai vizsgálat vetette fel konkrét formában. A szóban forgó mintegy 90 m mély fúrt kútban 55 m mélységben tömött szővezetű állékony homokkővet tártak fel, amelynek folytonosságát kemény homokos agygrétegek szakították meg. A kemény agygrétegekkel váltakozó vízáadó sorozat 81 m mélységig terjedt, ahol szívós és homokmentes agyag települt a furat végső mélységéig. A kút beléscsővezete 159 és 127 mm k. Ø rakatokból állott; az utóbbi méretű cső sárúját 54 m mélységben ültették le. E mélységtől kezdve, csőhiány folytán csővezetetlenül fúrtak 90 mm Ø magfúróval. A kút lemélyítésére forgatva működő magfúró-

berendezést alkalmaztak. Miután a kút kőzetviszonyainál fogva kiválóan alkalmasnak látszott arra, hogy a víz fakadási viszonyait részletesen tanulmányozhassuk, felkérésünkre a furat falának esetleges egyenetlenségeit palástsimító utánvétellel átbővítették. Ezen az úton biztosították azt, hogy az egyes szelvényekből a furat belső terébe lépő víz a külszín felé emelkedése közben ütközést és ennek következtében még fokozódó örvénylést ne szenvedjen.

A kútban feltárt víz nyugalmi szintje a végső mélység elérésekor + 2,50 méter magasan helyezkedett el a térszín fölött, tehát feszített tükrű víz jellegét mutatta. A mérés megkezdése előtt a kutat a térszinttel egy magasságban 12 napon át szabadon folyatták, majd ezt követően percenként 750 liter teljesítményű kompresszorozásnak vetették alá, hogy a fúrás és a simító művelet folytán a kőzet pórusaiba nyomult közetszemcséket



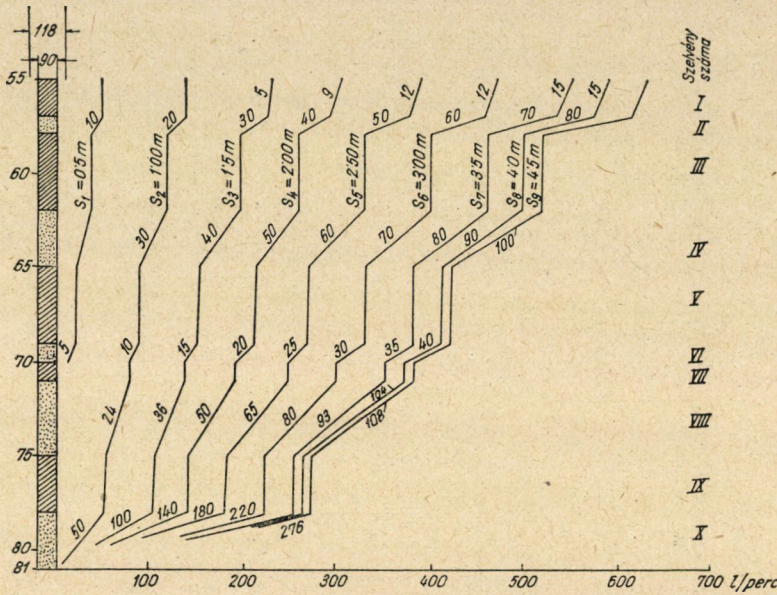
1. ábra

eltávolítva a termelt víz homokmentességét biztosítsák. A kút teljesítményét egy a felszálló csőre szerelt és térszín magasságban elhelyezett $4\frac{1}{2}$ "-es tolózárral szabályozták a térszín fölötti leszívott dinamikus vízszint magasságokig. A térszín alatti teljesítményadatok felvételére egy körforgó szivattyú üzemeltetése szolgált, amelynek 80 mm \varnothing szívócsonkjára az említett tolózárhoz csatlakozott. E szivattyú nyomócsonkjába szerelt tolózár szolgált a szivattyú által szállított vízmennyiség szabályozására. A vízszint leszívási mértékét vákuummérővel állapították meg. Mély tükrű kutaknál célszerű a vízszint leszívására bűvárszivattyút alkalmazni, amikor a teljesítménynek megfelelő dinamikus vízszint közvetlenül lemérhető. Az alkalmazott spirálházas centrifugálszivattyú percenként 800 liter víznek 10 m man. összemelőmagasságra való szállítására megfelelő kivitelű volt.

A távjelző áramlásmérő beépítése a 127 mm k. \varnothing csőaru aljáig történt és 55 m mélységtől kezdve folyóméterenkénti lebocsátás mellett olvasták le a

fordulatszám függvényében kiigazított áramlási sebességeket 81 m-ig. A leolvasásokat az áramlásmérő visszahúzása közben is megismételték és egyes szelvényekben az adatok helyességét pótleolvasásokkal is ellenőrizték.

Az 1. sz. ábra a dinamikus vízszintváltozások melletti vízhozamokat tünteti fel a szokványos indikátorgörbe (Q—H görbe) alakjában.



2. ábra

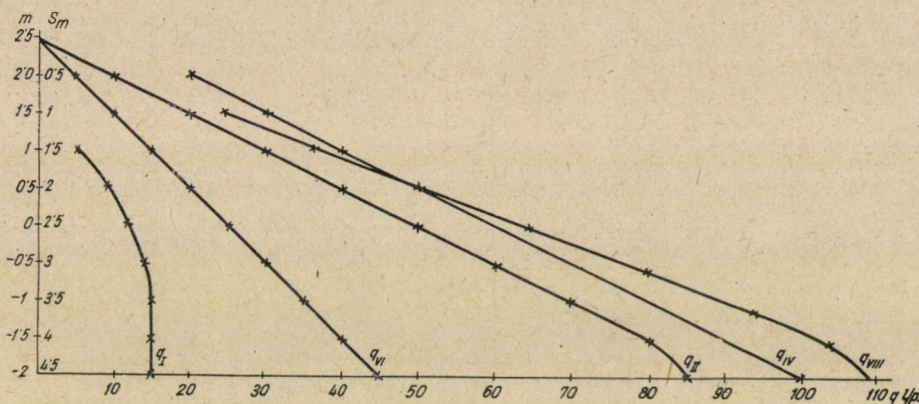
I. TÁBLÁZAT

Leszfvás mértéke m	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	Szelvény- szám
	Vízmenyiség l/perc									
q _I	0	0	5	9	12	14	15	15	15	I.
q _{II}	10	20	30	40	50	60	70	80	85	II.
q _{III}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	III.
q _{IV}	20	30	40	50	60	70	80	90	100	IV.
q _V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V.
q _{VI}	5	10	15	20	25	30	35	40	45	VI.
q _{VII}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	VII.
q _{VIII}	—	24	36	50	65	80	93	104	108	VIII.
q _{IX}	—	0	0	0	0	0	0	0	0	IX.
q _X	—	50	100	140	180	220	250	265	276	X.
Σ q	35	134	226	309	392	474	543	594	629	l/perc

A 2. sz. ábra az 55—81 m között települt rétegsor egyes szelvényeiben 9 különböző leszívás melletti szívárgási sebességváltozásokat, illetve a szelvények által termelt vízmennyiségek változásait szemlélteti. A mérési adatok számszerű értékeit az 1. sz. táblázatban foglaltuk össze.

A 2. sz. ábra s_1 görbéje + 2,00 m-ig való leszívás esetére, tehát 0,50 m-es ellennyomás-csökkenés (depresszió) melletti vízmozgásra vonatkozik. Ebből a görbéből nyilvánvaló, hogy a feltárt vízadó rétegek közül csak a felsők vettek részt intenzíven a termelésben. A 70 m mélység alatti szelvényekben már nem volt mérhető vízmozgás.

A 2. sz. ábra s_2 görbéje a + 1,50 m-ig leszívott vízszint (1 m-es depresszió) melletti mozgásviszonyokat szemlélteti. Ebből világosan kivehető, hogy a



3. ábra

mérhető vízmozgás már 81 m-ig, a vízadó sorozat fekéjéig terjedt, amikor is az alsó szelvények nagyobb mértékben kezdenek résztvenni a termelésben, mint a felsők.

Ha szemügyre vesszük a 2. sz. ábrán feltüntetett 9 görbét, valamint a 3. sz. ábrán az előzők alapján felvett indikátor-görbéket, nyilvánvaló, hogy az egyes vízadó szelvények hozama lényeges eltérést mutat a fölötte, vagy alatta települt réteg hozamához képest. Így a 2. sz. ábra I. jelű szintjéből fakadó vízmennyiség nem mutat lineáris összefüggést a leszívás mértékével. A vízhozam növekedésének gradiense csupán 15 l/perc teljesítményig mutat változást. Azon túl bármely leszívási mérték mellett sem szállít nagyobb vízmennyiséget. Hasonló hidraulikai viszonyokat mutat az 1. sz. ábrán feltüntetett q_x jelű indikátorgörbe, amely a legalsó szintben települt vízadó rétegre vonatkozik, mégis azzal a különbséggel, hogy a sebesség gradiense még nem érte el a 0 értéket. Ugyancsak csökkenő gradiens jelentkezik a q_{II} és q_{VIII} görbéken, amelyeknél azonban a görbe lefutása még korántsem érte el a hozam változatlanságát

jelző függőleges irányt. A csökkenő sebesség-, illetve vízhozam-gradiens kétség-telenül annak a következménye, hogy a rétegben mozgó folyadék sebessége elérte a kritikus mértéket.

Az előbb említettekkel szemben a 3. sz. ábrán feltüntetett q_{IV} és q_{VI} görbék lineáris összefüggést jeleznek. Az 1. sz. ábrán feltüntetett görbe a 3. sz. ábra görbéinek, valamint az 1. sz. ábrán felrajzolt q_x indikátorgörbének eredője. Egyedül a $\Sigma q = Q$ görbének felszíni mérési adatok alapján való felvétele azonban korántsem volna alkalmas a folyadékmozgás jelenségeinek helyes értelmezésére. A gyakorlat számos példát mutat a kritikus sebességet meghaladó áramlási sebességekre fúrt kutakban, amikor a tömött szövezetű rétegekből termelő kutak vízhozam szaporulata egy kritikus sebesség-értéken túl kizárólag a kút átmérőjének növelésével érhető el, amely esetekben a kitermelhető vízmennyiség nagy megközelítéssel arányos a kút átmérőjével.

Ezzel kapcsolatban meg kell emlékeznünk az újabb irodalom egyes, véleményem szerint téves megállapításairól, amelyek a Darcy—Thiem-féle összefüggés érvényességének mind a feltalaj-, mind a rétegvizek hidraulikájának vonatkozásában irreális eredményekre vezetnek. Bármely vízszintsüllyesztés esetében megállapodott folyadékmozgási viszonyokat feltételezve nem fogadható el az, hogy a vízhozam »megfelelő szivárgási felület hiányában« 0-ra csökkenjen. A már említett tényezők (tapadóvíz, tortuozitás, belső súrlódás stb.) csupán az elérhető legnagyobb vízhozam-értéket befolyásolják, de semmi körülmények között sem jelentik azt, hogy a vizsgálat tárgyává tett vízáadó réteg dinamikus vízszintjének túlzott lecsökkentése folytán az vizet egyáltalában nem szolgáltat.

Szélső esetet feltételezve, amikor a leszívott vízszintet mélyen a vízáadó réteg fekéje alá csökkentjük, mindössze az következik be, hogy állandósult viszonyok mellett a korlátlan, vagy korlátozott utánpótlású folyadéktartalom gravitációs úton, a szivárgási sebességet befolyásoló tényezők által meghatározott mennyiségben jut a mélyben elhelyezett szivattyúhoz. Ezért az újabb irodalomban közölt $Q = 2r\pi(H-s)\sqrt{2gs}$ összefüggés helytállósága is tévesnek minősítendő.

Az eddigi eljárások, amelyek porózus rétegekben való folyadékmozgás törvényszerűségeinek meghatározása érdekében alkalmazást nyertek, az átteresztőképességi tényező meghatározásában csúcsosodtak ki. A vizsgálat céljaira a tároló kőzetből kivett rétegminták azonban a kiemeléssel és az ezt követő kezeléssel (hevítés stb.) elvesztették azokat a tulajdonságokat, amelyekkel azok a mélyben uralkodó és a termelést elhatározóan befolyásoló ú. n. telepviszonyok mellett rendelkeztek. E hibaforrások kiküszöbölése érdekében látszik célravezetőnek a vizsgálatokat az általunk végzett módszer kifejlesztése felé irányítani, amikor az átteresztőképességet számszerűen befolyásoló minden tényező benne foglaltatik az elért eredményekben.

A felvett görbék közül esetünkben két szelvényben észlelhető az a jelenség hogy azok termelési készsége csak nagyobb mérvű leszíváskor veszi kezdetét. E jelenség magyarázata kétségtelenül az, hogy az ilyen rétegek vízének sztatikus szintje alacsonyabb, mint az egyéb szintekben települt rétegvizeké. E rétegeknek a furat útján való összekapcsolása azt eredményezi, hogy a nagyobb sztatikai vízszintű réteg vize a kisebb potenciálú réteg felé halad, abba beszívárog és rezultáns nyugalmi szintet eredményez. Fokozott érzékenységgű eszköz vagy eljárás alkalmazásával sikerült ilyen álnyugalmi szintek kialakulásával kapcsolatos vízmozgást megfigyelni.

A vizsgált kút vízadó szelvényeiből, azok felületén kilépő folyadéksebességek a felületegységre vonatkoztatva a következők:

száma	Szelvény		Szívárgás mennyisége l/mp	Szívárgás sebessége mm/mp
	területe m ²			
I.	0.566		0,25	0,44
II.	0.283		1,4	5
IV.	0.849		1,7	2
VI.	0.283		0.75	2,7
VIII.	1.132		1.80	1.6
X.	0.849		4.6	5

A furatban áramló vízmennyiség 10,50 l/mp. A felfelé irányuló vízmozgás mellett a Re-szám messze meghaladja a kritikus mértéket, mert az összes szelvények által szállított vízmennyiség mellett előálló áramlási sebesség 160 cm/mp.

Az egyes szelvényekben fakadó víz mennyiségét az áramlásmérő karakterisztikájának közel lineáris részén végzett mérésekkel határoztuk meg. Ezért a kis vízhozamú, pl. az s_1 sz. szelvény esetében a viszonylag alacsony értékek csak úgy voltak észlelhetők, hogy a mélyebb szintekhez képest mutatkozó különbséggel vettük fel az adatokat. Minden kétséget kizáró pontossággal volt meghatározható a X szelvényen belül különféle leszívási értékek melletti hozamváltozás. Ez azonban a legalsó szint viszonylag nagy hozamával csupán az s_1 és s_2 teljes jelű görbék felvételét tette lehetővé az áramlásmérő legnagyobb érzékenysége mellett. Az 1,5 m-es és annál nagyobb leszívás melletti folyadékmozgási viszonyokat az áramlásmérő beömlő szelvényének szűkítése mellett vizsgáltuk, amelyen át csupán a folyadékáram »magja« jutott az eszköz propellerére. A 3 m-es és azon túli leszívásoknál az áramlásmérő beömlő nyílását tovább szűkítettük. Ezekben az esetekben a reométer kiömlő részét 4 m hosszú csőre csatlakoztattuk, hogy a turbulenciából származó hibaforrásokat a lehetőség szerint elkerüljük, illetve csökkentjük. Az áramlásmérő érzékenységének módosítása minden esetben új hitelesítést tesz szükségessé. Ezt a műveletet a munka-

helyen lehet elvégezni egy a mérendő szelvényszakasznak megfelelő szelvényű, legalább 6 m hosszú csőben.

A szóban forgó fúrt kútban célszerűnek mutatkozott a q_I — q_{IX} értékek ellenőrzése érdekében a X. sz. szelvényt pakkerrel ideiglenesen elzárni, hogy a magasabb szintekben települt rétegeknek egyenkénti hozama a sebesség függvényében meghatározható lehessen. Kis sebességváltozások meghatározására jól bevált eljárás az eszköznek a vízáram irányával szemben való egyenes mozgatása. A közölt esetben azonban ez a szerkezet nem állott rendelkezésre, s ezért a felső szintek hozamát az alsó szintek hozamának felhasználásával kellett, mint jelentkező különbséget meghatározni.

A feltüntetett szintekben észlelt szivárgási sebesség, illetve szolgáltatott vízmennyiség változásának feltüntetésénél egyenesvonalú ábrázolást alkalmaztunk. Egyes szintekben még ezeken belül is — főleg a kisebb nagyságrendű szivárgásnál — az eszköz 5—10 cm-es szintváltoztatása mellett a hozamgörbék lépcsőzetes lefutást mutattak, jelölül annak, hogy a rátekintésre egyneműnek látszó szakaszok anizotrop sajátosságúak. Kétségtelenül lényeges szerepet játszik tágabb értelemben vett (tapadó vizet, tortuozitást stb. magában foglaló) átteresztőképessége szempontjából a víztartalmú réteg térbeli elhelyezkedése, amikor a váladéklapok menténi nagyobb átteresztőképesség csupán egyik komponensében jut kifejezésre. Pontos magvétel tesz szükségessé ennek a tényezőnek kiértékelése. Ez a szempont a szóban forgó fúrásnál nem volt figyelembevehető, mert a magvétel határfoka mindössze 68%-nak bizonyult. A reométerrel végzett mérések útján az adott esetben a vízáadó réteg-határok is meghatározhatók voltak.

Az elvégzett hidrotechnikai vizsgálatok eredményei alapján a következők voltak leszűrhetőek:

1. A kúttal feltárt rétegekben mozgó folyadék szivárgási sebessége egyes szintekben nem mutat lineáris törvényszerűséget a nyomás (leszívás) függvényében. A nyomásgradiens kitevője 1-nél nagyobb, de 2-nél kisebb nagyságrendű.

2. A szivárgási sebesség kritikus értékei a felvett görbék alapján a kúttávolságokra meghatározhatók.

3. A kút vízszlopának fokozatos csökkentésével egyre több vízáadó szelvény kapcsolódik be a vízszolgáltatásba. A termelés mérve és kifejlődésének sorrendje azonban változó.

4. Anizotrop kifejlődésű rétegek esetében nem célravezető csupán a külszínen megállapított k tényezőnek az egységnyi szelvényszakaszra vonatkoztatott átlagérték meghatározása. Lényegesen előnyösebb az egyes hozamértékeknek szelvényenkénti meghatározása a telepviszonyok közötti körülmények biztosításával.

HOZZÁSZÓLÁSOK

SCHMIDT ELIGIUS RÓBERT

Mazalán Pál előadásában az általa kb. 15 évvel ezelőtt szerkesztett reométerrel elért újabb eredményeket mutatta be. Ezek az eredmények a műszer használhatóságát igazolják nagy vastagságú, de nem egynemű rétegek termelési viszonyainak megállapításánál. Ez a körülmény rendkívül fontos, főleg gyakorlati szempontból, mert lehetővé teszi a fúrt kutak helyes kiképzését, szűrőszerkezetének helyes megválasztását.

A fúrótechnikus és hidrológus a műszer alkalmazásáig nélkülözött egy olyan műszert és eljárást, amelynek segítségével a fúrt kutakban áramló folyadékok mozgási viszonyai egyszerű és olcsó módon megállapíthatók lettek volna. A Schlumberger-féle elektromos berendezés és a geotermométerek speciális körülmények között alkalmasak ugyan arra, hogy egy fúrt lyukban velük a produktív rétegek helyét megállapítsák, de mennyiségi méréseket velük nem lehet végezni.

Az ismertetett műszer kiválóan alkalmas fúrt kutak folyadékmozgási viszonyainak megmérésére és ezáltal produktív rétegek, hasítások, vízszivárgások ellenőrzésére, hozzá- vagy elfolyások számszerű meghatározására, továbbá bizonyos körülmények között az átfolyási tényező megállapítására is. Kívánatos lenne, ha a tökéletesített műszert az ország vizsgálásának megjavítása érdekében minél szélesebb körben vennék használatba.

MAGYAR KÁLMÁN

Mazalán Pál kísérleteit nem laboratóriumi összeállításon, hanem egy valószínű víztermelő furaton végezte el, és megállapításai megerősítik a laboratóriumi kísérletek alapján felállított törvényszerűségeket.

Az a megállapítás, hogy a kút vízszlopának fokozatos csökkentésével, vagyis a leszívás növelésével egyre több, illetve mélyebben fekvő vízadó rétegrész kapcsolódik be a vízszolgáltatásba, lehetséges, ha meggondoljuk, hogy a vízadó homokkő réteg a kísérleti kútnál nagy mélységi kiterjedésű volt, és pedig a talajszint alatti 55 m-től 120 m-ig terjedt.

Ez azt jelenti, hogy a porózus réteg fedüje és fekéje között a hidrosztatikus nyomáskülönbség 6,5 atmoszférát tesz ki s így a fekéhez közel, mélyen fekvő rétegrészek vízszolgáltatásának számbavehető megindulása csakis mélyebb leszívás esetében volt érzékelhető.

Az a megállapítás pedig, hogy a réteg egyes szintjeinek vízhozamnövekedése a leszívás mértékével nem mutat lineáris összefüggést, megerősíti a földalatti hidraulikai kutatások legújabb eredményeit, amelyek szerint — amint azt főleg *Scselkacsev* megállapításaiból láthatjuk — a talajban levő vizek mozgása csak bizonyos kritikus sebességig lamináris, amikor is a súrlódási veszteség változása a sebességgel lineáris viszonyban van.

Ez a határ a szovjet kutatók szerint a Reynolds-szám 4—12 közötti értékénél van, amin felül az áramlás már turbulenssé válik olyan módon, hogy a súrlódási veszteség az áramlási sebesség 1,75—2,00 közötti hatványa szerint növekszik.

Az a következő megállapítás pedig, hogy a vízáadó rétegnek nem minden szelvénye vesz részt egyformán a vízszolgáltatásban, nagyon jól alátámasztja az áteresztőképességi k tényezőre vonatkozó legújabb meghatározásokat, hogy ez a tényező korántsem állandó érték, hanem függ a réteg szemszerkezetétől, és pedig az effektív szemnagyság négyzetétől, befolyással van rá az áramló víz hőmérséklete, a víz ezzel összefüggő kinematikai viszkozitása és még a réteg egyéb fizikai tulajdonsága is, amelyek számszerűleg legcélszerűbben egy változó faktoralal fejezhetők ki.

Mindezek figyelembevételével az ismertetett termelő kúton végzett vizsgálatoknak lehetőség szerinti még további számszerű kiértékelése az eddigi laboratóriumi eredmények alátámasztására nagyon kívánatos lenne.

PAPP FERENC

Mazalán Pál által ismertetett készülék és eljárás a mélységi vizek megfigyelésénél található bizonytalanságnak vetett véget. Az áteresztő képességnek a kitermelhető vízmennyiségre gyakorolt nagy befolyását — amint igazolt példák bemutatták — ez a készülék és eljárás igen jól tudja megfigyelni és megmérni.

Meg gondolandó, nem lehetne-e az említett készüléket még jobbra, a mélységi vizek megfigyelésére még alkalmasabbá tenni. Nem lehetne-e ellenállásméréssel egyúttal megfigyelni az illető ponton a szivárgó, ill. odaáramló vizek hőmérsékletét is. Ugyancsak meg lehetne kísérelni ugyanilyen elvek alapján egyidejűleg esetleg a sőtöménység megfigyelését is.

A gyógyvizeinket termelő ártézi kutak szempontjából is szükség volt ilyen készülék, ilyen eljárás kidolgozására. Közismertek azok a szomorú példák, amikor a mélyítések során jobbminőségű víz helyett sokkal rosszabb összetételű, sőt alacsonyabb hőmérsékletű vizeket tártak fel. Úgy látszik, ennek a bizonytalanságnak vet véget a *Mazalán* által ismertetett készülék.

HONTI GYULA

Mazalán Pál tapasztalatát, hogy a depresszió növelésével a kút vízáadó képessége adott béléscsőátmérő mellett nem növekszik, tapasztalta a Szigetközben, ahol munkája során 160 mm-es béléscső mellett elég nagy teljesítményű szivattyúval hasonlóan igyekezett minél nagyobb depressziót elérni. A tapasztalat az volt, hogy egy bizonyos határon alul 2—2,5 m-es depresszió növelésével sem tudta a vízáadóképeséget 7,1 l/sec.-ről 7,3 l/sec.-ra növelni. A béléscsőátmérő további növelése nem volt lehetséges; így — bár a depresszió növekedett és a szivattyú is bírta volna — a vízmennyiségben nagyobb teljesítményt nem tudott elérni. Ezt egyrészt a béléscső kis átmérőjének, másrészt esetleg a különböző vízáadó rétegek különböző hidrogeológiai sajátosságainak tulajdonította.

HORVÁTH LAJOS

Jóllehet a kongresszusnak módszertani kérdések megvitatása a célja, mégis a folyamatban lévő munkák érdekében ettől látszólag eltérő kérdéscsoportra kívánja felhívni a figyelmet.

Mint minden vízhasznosítási kérdésnél, úgy a budapesti termálvizet adó kutaknál, illetőleg azok létesítésénél kell, hogy alapos és rendszeres megfigyelési

sorozat előzze meg a tervezést. Ez sajnos nem történt meg a budapesti melegvizet adó kutak vizének újabb ipari hasznosításával kapcsolatban. Pedig a Budapesten kitermelhető termálvizek hasznosítása terén további fejlődés várható, és egy esetleges újabb kút létesítése veszélyeztetheti a már meglévőket olyannyira, hogy azok nagymérvű apadásával lehet számolni. Mérési adatok nélkül az összefüggés veszélyes területi határait ma igen nehéz lenne megmondani.

Javasolja, hogy a budapesti termálvizet adó kutaknál rendszeres napi vízhozam-, hőmérséklet-megfigyelések, ill. miután gyógyvizekről van szó, rendszeres kémiai ellenőrzések végeztessenek.

BOGÁRDI JÁNOS

A mélységi hidraulikáról köztudomású, hogy a jelenségek helyes megítélése céljából olyan paramétereket is figyelembe kell venni, amelyek a szokványos felszíni hidraulikában nem bírnak nagy jelentőséggel. Ilyenek: a mélységgel járó geoztatikus és hidrosztatikus nyomás, a hófok, ennek következtében a viszkozitás, valamint a molekuláris hatások, amelyek a kapilláris jelenségeket befolyásolják.

Az előadás a jelenségeknek in situ vizsgálataiból vonja le következtetéseit, amikor az említett paraméterek a mérési adatokban benne szerepelnek, de a megfigyelésekből az egyes tényezőkre következtetések is levonhatók a tározó közet, valamint a benne mozgó közeg fizikai tulajdonságaiból és mozgásvizonyaiból. A vízfakadó szinteknek egy bizonyos átlagos áteresztőképesség tényezőjével való számolása helyett az anizotrop településen belül megközelítően homogén szakaszokat a közölt módszer külön-külön teszi megismerhetővé a fúrási magmintákon túlmenően. Az eljárás és a vizsgálatok továbbfejlesztése révén nagy mértékben viheti előre ismereteinket ez a hazánkból elindult és egyre szélesebb körben alkalmazott módszer.

MAZALÁN PÁL válasza a hozzászólásokra

Semmi akadályja annak, hogy az általa ismerttetett készülékkel, illetőleg eljárással a *Papp Ferenc* hozzászólásában felemlített hőmérsékleti adatokat is észlelhessék, mert ez mindössze egy, vagy két további érpár bekapcsolását teszi szükségessé. A hőelemek már olyan érzékenységgűek, hogy századfokra képesek a hőmérsékleti különbséget regisztrálni.

A *Honti Gyula* által felvetett kérdés meglehetősen sok gondolkodásra késztette a szakembereket. Kétségtelenül elsősorban a települési viszonyok játszanak közre, hogy a depresszió növelésével a kút vízadóképessége adott béléscsőátmérő mellett nem növekszik, azaz nem sík áramlás, és még csak a megközelítő formái sem hozhatók ki az így viselkedő kutak vizsgálatánál. A térbeli áramlás esete forog fenn, és a hosszú úton odaáramló folyadék által legyőzni kényszerült súrlódási jelenségek okozzák ezt az észlelést.

Véleménye megegyezik *Horváth Lajos* véleményével, hogy a budapesti és egyéb termál gyógyvizet szolgáltató kutakat állandóan szem előtt kellene tartani. Ezt egy konkrét példával is alátámasztja. A Gellért-fürdő mellett volt egy fúrás, amelyet később betömtek. A kúttal kapcsolatban az volt a hiedelem, hogy nem szállít agresszív vizet. Mégis amikor egy más munkával kapcsolatban a kút csövét ki kellett húzni, az teljesen korrodált volt, öklömnyi nyílásoktól kezdve,

egészen gombostűfej nagyságú nyílásokig mindenféle volt rajta. A vízelszökésekre figyelemmel kellene lenni. Útal a városligeti I. sz. kútra, amely kb. egy századdal ezelőtt készült, még 1868-ban kezdték fúrni, de olyan kiválóan van kivitelezve, hogy a szállított vízmennyiség az eredetileg szállított vízmennyiséggel szemben lényeges eltérést nem mutat. Azonban számos olyan kút van, ahol a korrózió elleni védekezés már nem volt olyan alapos, és ezeket feltétlenül meg kell vizsgálni, fizikai és kémiai tulajdonságukat állandóan ellenőrizni kell.

A TALAJVÍZSZINTSÜLLYESZTÉS KÉRDÉSEI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A HAZAI TALAJVISZONYOKRA

LAMPL HUGÓ

a műszaki tudományok kandidátusa

Építmények munkagödrének a talajvízszintsüllyesztés módszerével történő víztelenítésére hazai viszonylatban úgyszólván csak az Alföldön kerül sor.

Alföldi altalajaink anyaga a gyakorlatilag vízzáró agyagok és a jó vízáteresztő homok, ill. homokos kavicsok legváltozatosabb keverékéből áll, ahol az ilyen különböző vízáteresztőképességű anyagokból álló igen változatos vastagságú rétegek néha feltűnő sűrűn váltakozva települtek.

A talajvízszintsüllyesztéses eljárásnak munkagödrök víztelenítése céljából való alkalmazhatóságának megállapítása érdekében elsősorban ismerni kell az altalaj vízáteresztőképességét, az altalaj pontos rétegződését, nevezetesen a különböző rétegek valóságának megfelelő vastagságát, valamint az egyes rétegek anyagának szemcseösszetételét. Csak ezeknek az adatoknak birtokában lehet eldönteni azt, hogy a talajvízszintsüllyesztés gazdaságosan alkalmazható-e vagy sem.

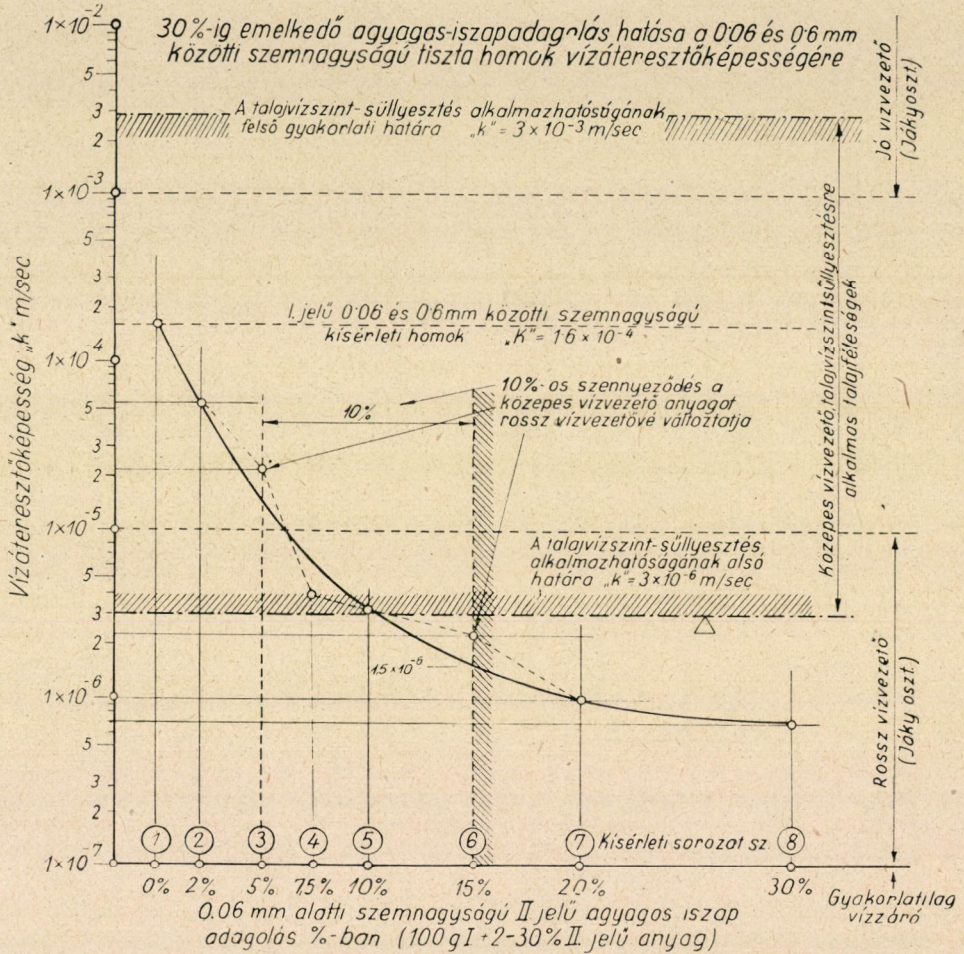
A talajkutató fúrótechnika mai fejlettsége mellett azonban éppen ezeknek a legfontosabb adatoknak meghatározásához rendszerint nem szolgáltat megbízható anyagmintákat. Amikor ugyanis laza szerkezetű, finom homokos, vagy iszaprétegekkel tarkított réteges altalajoknál a fúrással a talajvíz szintjét elérve, az alá kell hatolni, nem áll más fúróeszköz rendelkezésünkre, mint az ú. n. szelepes iszapoló szelence. Ez az eszköz pedig az egyes talajrétegek anyagát összekeverve hozza a felszínre. A fúrás tehát éppen a legkritikusabb mélységben levő rétegekből származó anyagfajtáknál fizikai tulajdonságok tekintetében majdnem kivétel nélkül hamis adatokat szolgáltat.

Tudjuk, hogy a talajvízszintsüllyesztő eljárás gazdaságosan csak akkor alkalmazható, ha a talaj vízáteresztőképességét jellemző »k« tényező számértéke a 3×10^{-6} és 3×10^{-3} m/mp határok közé esik.

Laboratóriumi kísérletek megállapították, hogy valamely iszapmentes, jó vízáteresztő homokot 0,066 mm átmérőn aluli szemnagyságú iszapos agyaggal különböző mértékben szennyezve, miképpen változik az anyag vízáteresztőképessége. Vizsgálatainak eredményeit az 1. sz. ábrán levő grafikonban dolgozta fel. Ebből a grafikonból világosan kitűnik, hogy valamely anyagnak + — irányban történő 10%-os szennyeződése — ami a jelenlegi fúrási módszerek

tökéletlenségéből kifolyólag könnyen bekövetkezhet — milyen nagy mértékben befolyásolja az anyag vízáteresztőképességét, ami pedig a talajvízszintsüllyesztés alkalmazhatósága és megtervezése tekintetében döntő jelentőségű.

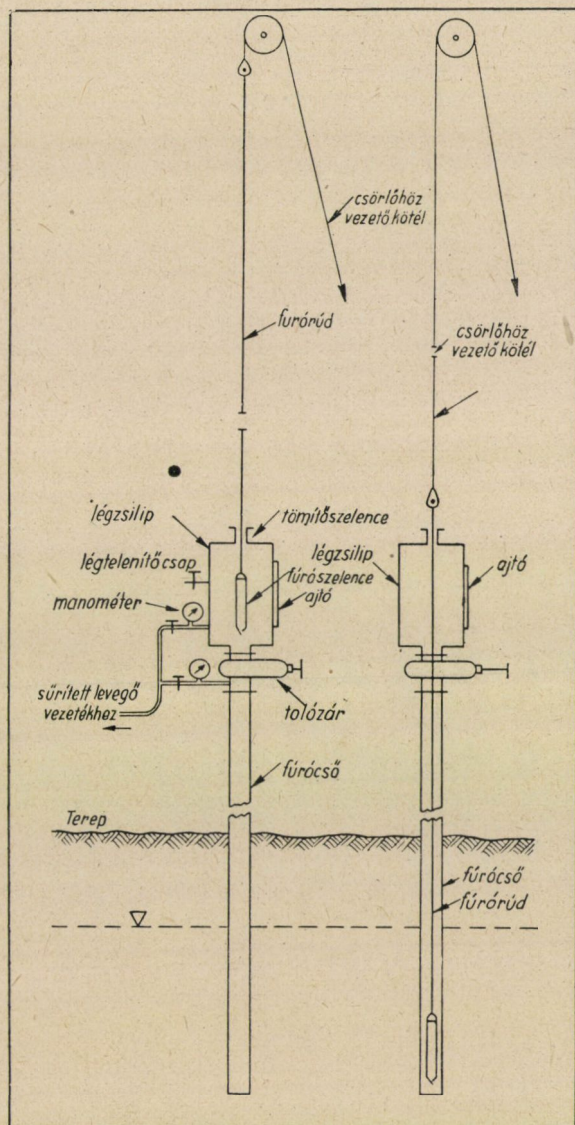
A talajvízszintsüllyesztésnek ezidőszerint egyedüli problémája — különösen alföldi vonatkozásban — az, hogy a fúrás technika jelenleg használatos módszerei tökéletlenek.



1. ábra

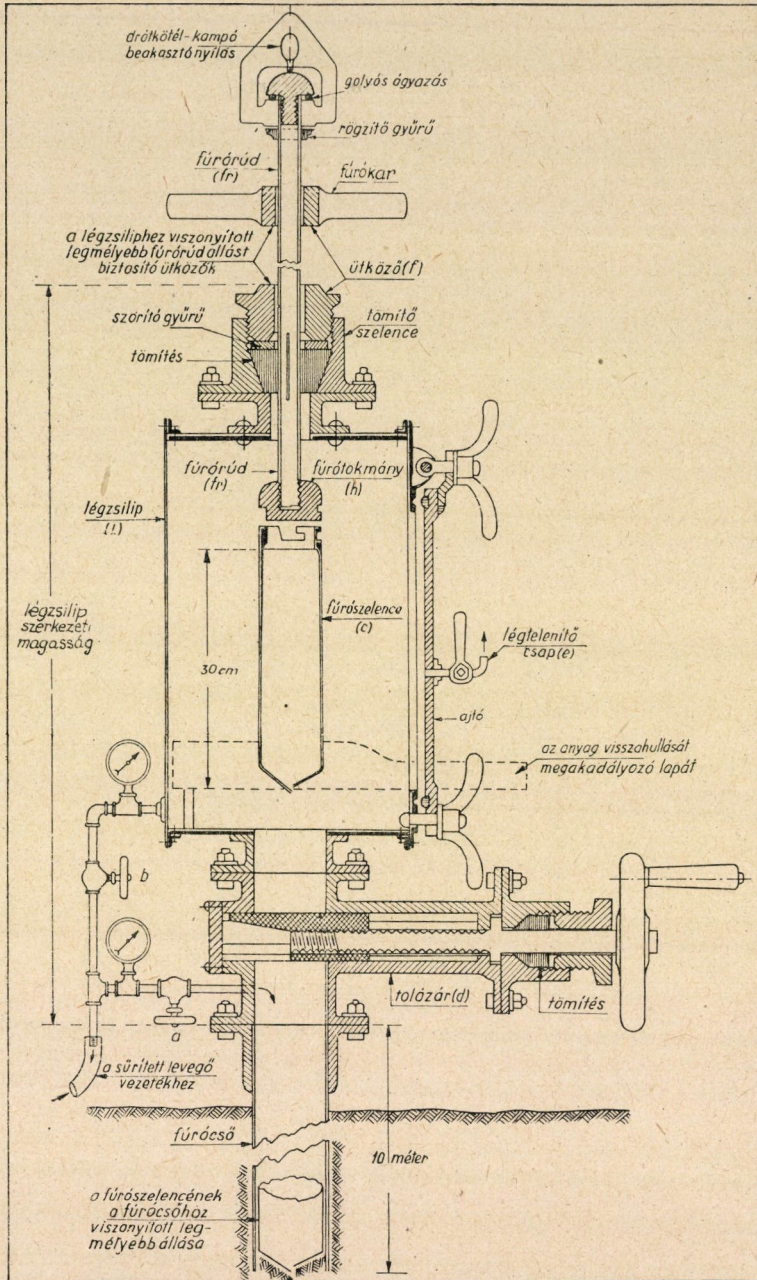
A megoldást egyedül abban látja, hogy olyan fúróeszközt kell szerkeszteni, amellyel a finom szemcséjű és különösen laza szerkezetű altalajok anyagát a talajvíz szintje alatti rétegekből is a valósággal egyező szemcseösszetételnek megfelelő állapotban lehet a felszínre felhozni.

Félreértések elkerülése végett a mondottak csak *finom szemcséjű, laza altalajokra* vonatkoznak, mert a plasztikus és durvább szemű anyagok kiemelése ismert fúróeszközök és a különféle »zavartalan mintavevők« általában megfelelnek.



2. ábra

Az iszapoló-szelencékkel vékony agyag, vagy gyakorlatilag vízzáró iszaprétegek pontos mélységét és vastagságát, sőt néha azok jelenlétét sem lehet megállapítani. Márpedig a talajvízszintsüllyesztés szempontjából rendkívül



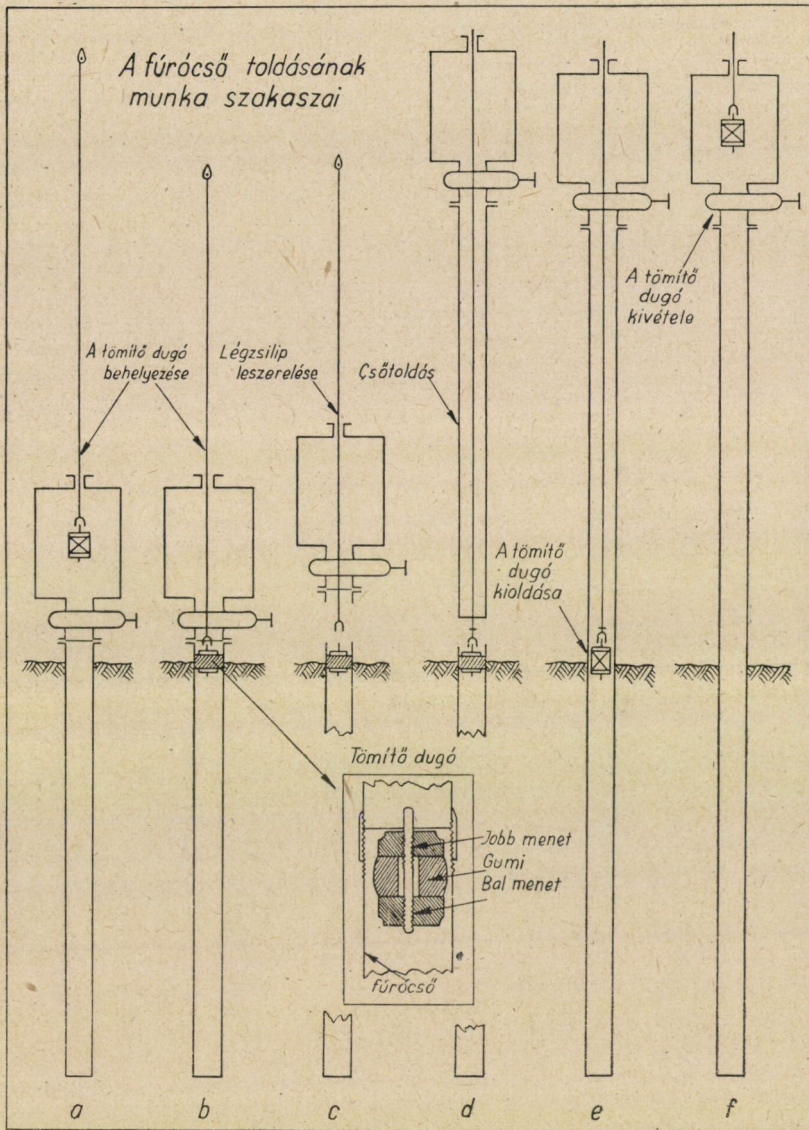
3. ábra

fontos, hogy a legvékonyabb vízzáró rétegek fekvését és vastagságát ismerjük.

Ennek a hiányosságnak kiküszöbölését célozza az alább ismertetett fűrőberendezés és eljárás, amely elvben megegyezik a jól ismert pneumatikus

alpozási eljárással, ahol az altalaj rétegei vízalatti mélységben is a víz kizárásával levegőben tarthatók fel.

A kettő között csak méretbeli különbség van. A pneumatikus fúróeszközök-nél az ú. n. aknacsövet helyettesítő fúrócső és az arra szerelt zsilip mérete csak



4. ábra

cm-rendű, úgyhogy az anyag kitermelését és felszínre hozatalát nem munkásokkal, hanem különleges fúróeszközökkel és berendezéssel végzik, a fúrást magát légnyomás alatt tartott fúrócsőben, tehát légnyomással távoltartott talajvíz

mellett, mintegy szárazon lehet elvégezni és az anyagot légszilip segítségével a felszínre hozni. A berendezés elvét a 2. sz. *ábra* tünteti fel. Ennek lényeges része a fúrócső felső végére szerelhető légszilip, melyet akkor szerelünk fel, amikor a fúrással a talajvíz szintjét elértük.

A 3. sz. *ábrán* látható légszilip felső részén beépített tömítőszelencén átmenően van a forgatható, valamint a fel- és lefelé mozgatható körkeresztmetszetű csiszolt felületű acélfúrórúd beszerelve.

Ha 10 m-nél mélyebbre kell fúrni, akkor a fúrócsövet meg kell toldani, ami alatt a nyomást nem szabad megszüntetni. Ez a művelet a 4. sz. *ábrán* látható módon tömítődugó segítségével végezhető el.

Az új eljárás népgazdasági jelentősége tulajdonképpen nem abban van, hogy ezzel a berendezéssel a fúrást valamivel olcsóbban és gyorsabban végezhethetjük el, és ennek folytán évenként pénzértékben kifejezhető megtakarítások jelentkeznek, hanem ennél sokkal fontosabb, pénzben ki nem fejezhető értékű, ama körülményben nyilvánul meg, hogy *laza szerkezetű, folyós talajok* esetében a *talajvíz alatti rétegekből is a valóságnak megfelelő összetételű talajmintákat* lehet felszínre hozni, amit az eddig ismert fúróeszközökkel és eljárásokkal nem lehetett elérni.

Ha a talajvízszintsüllyesztő berendezés tervének elkészítése előtt elvégzendő talajkutatásnál a fentiekben vázolt eljárást fogják használni, akkor a talajvízszintsüllyesztés legnehezebb problémáját megoldottuk.

HOZZÁSZÓLÁSOK

SERF EGYED

Egy talajvízszintsüllyesztő berendezés megtervezése előtt az előadó által ismertetett kevert talajminták a laboratóriumban vizsgálat alá kerülnek, és bizonyos talajfizikai tulajdonságaik — közetszemcseátmérő, hézagtartalom — megvizsgálása alapján lehet dönteni vajjon érdemes-e, alkalmas-e, gazdaságos-e a talajvízszintsüllyesztés módszerét alkalmazni. Kétségtelen, hogy a talaj vízáteresztő képessége és a talaj fizikai tulajdonságai között elég szoros korreláció van, a mai mintavételi eljárással azonban nem tudunk olyan keveretlen, olyan tiszta, a rétegeződést hűen visszatükröző talajmintát kivenni, amelyet a komolyabb tervezés alapjául lehetne felhasználni.

Az előadásban ismertetett mintavételi eszköz reményt nyújt arra, hogy a különböző rétegeződésű talajokat, ha nem is zavartalanul, de anyagi összefüggésükben, anyagi összetételükben hűségesen fogja a felszínre hozni. Így, a laboratóriumi vizsgálat alapján sikerült egy kút vagy egy talajréteg eredő K tényezőjének kiszámításához — a próbaszivattyúzás adataival való összehasonlítás alapján is — a szükséges adatokat szolgáltatni.

Javasolja, hogy a bemutatott berendezést a szakosztályi ülés minősítse kivitelre alkalmasnak, és egy a közeljövőben kiemelendő munkagödörben ezzel a munkaeszközzel és egy régi fúróberendezéssel párhuzamos és összehasonlító fúrás történjék.

ÓCSVÁR REZSŐ

Nagy vízi műtárgyaink alapozásánál adottságaink miatt kézenfekvő a talajvízszintsüllyesztés minél szélesebb körű alkalmazása, amint az pl. Tiszalökön is történik.

A talajvízszintsüllyesztés tervezéséhez azonban ismerni kell az altalaj pontos rétegeződését, a különböző rétegek vastagságát, az egyes rétegek anyagának szemcseösszetételét és a vízáteresztő képességét.

A talajkutató fúrástechnika azonban éppen ezeknek a legfontosabb adatoknak meghatározásához rendszerint nem szolgáltat megbízható anyagmintákat, nincs tehát megbízható módon kiszámított k tényező. Ha alábecsüljük a k értékét, akkor nem fog működni a berendezés, ha fölébecsüljük, akkor pedig a gazdaságosság szempontjait nem tartottuk be.

Az ajánlott megoldás a k értékének meghatározására követhető utat jelöl meg a zavartalan mintavétel segítségével.

Az ismertetett szerkezet pneumatikus szempontból kivihető és ezért javasolja a kísérletezés mielőbbi megvalósítását.

Alátámasztja megállapítását és javaslatát az 1944. évi Árpád-híd építési tapasztalatával, amikor majdnem hasonló módon beton próbacölöpöket készítettek sűrített levegővel. Az eljárás lényege ugyanez volt, azzal a kivétellel, hogy ott betont zsilipeltek be, míg itt anyagot zsilipelnek ki. A csövek levegővel való ellátásában tehát nincs nehézség.

MOSONYI EMIL lev. tag

A talajvízsüllyesztés kérdésében nagyon sok olyan tényező van, amely bizonytalanra teszi a k tényező meghatározását. Még abban az esetben sem tudnók a k tényezőt egészen pontosan megállapítani, ha zavartalan mintánk volna. Nem biztos, hogy a megállapított érték fedi azt a k tényezőt, amellyel a beáramlást számítjuk. Mert amikor felírjuk az alapvető differenciálegyenletet, akkor tulajdonképpen egyszerűsítést tettünk. Ez pedig az, hogy a nyomáskülönbség az alsó vízszálakban ugyanúgy érvényesül, mint a felszínen két szomszédos pont között.

Ez a két körülmény már önmagában azt jelenti, hogy olyan kútformulához, vagy galéria formulához jutunk, amelyben a vízszállítás kifejezésében nem az áteresztőképességi tényező, hanem egy nagyon sok tényezőtől függő komplex együttható van benne, ami tulajdonképpen változó.

Ha azonban sikerül egy zavartalan mintavételt eszközölni, akkor a zavartalan mintára alapítva elméleti alapon már lehet vizsgálni, mert olyan k tényezőt kapunk, amely tényleg az adott strukturájú in situ talaj k tényezője. Ezzel a k tényezővel talán érdemes elméleti úton újból megvizsgálni, hogy mit adhat egy kút, vagy egy galéria.

Mikor *Lampl Hugóval* együtt megvizsgálták a tiszalöki talajvízszintsüllyesztés eredményeit, azt mondták, hogy két ismeretlent kellene megállapítani, a k tényezőt és az R -et, a kút hatótávolságát. Nyilvánvaló, hogy ha két ismeretlent tartalmazó egyenletbe visszük be a felső vízszintalakulás problémáját, illetve azon két pontot, akkor a két felírt egyenletből egyértelműen kiszámítható az R és a k . Ugyanakkor elvégezték ezt a számítást egy másik leszívási görbére és nem ugyanaz a k érték jött ki. Nagyon komoly eltérések voltak és igen komoly mérlegelést kellett végezniök, hogy mit fogadjanak el.

Előadó említette, hogy az iszaptartalom, vagy a finom szemcsetartalom 1—2%-os változása is mennyire befolyásolja a k tényezőt és ezzel kapcsolatban az egész talaj áteresztőképességét. Erre jellemző, hogy pl. Tiszalökön a talaj szemszerkezetének kismértékű megváltozása a k tényezőben nagyságrendi ugrást adott azért, mert a mélyebben fekvő finom szemcséknek kis hányada hiányzott. Ez okozta azt, hogy az utolsó percben áttértek a mélykutas, búvár-szivattyús eljárásról a többlépcsős segélykutas rendszerre.

MAURER GYULA

A talajvízszintsüllyesztéssel kapcsolatban kétféle fúrás van. A berendezések megtervezése előtt szükség van a talajmintavételi fúrásokra, majd a berendezés megtervezése után szükség van maguknak a talajvízszintsüllyesztő kutaknak az elkészítésére. Eddig ezt a kétféle fúrást — sajnos — meglehetősen hasonló módszerekkel, hasonló berendezésekkel végezték, ami pedig teljesen helytelen.

A tiszalöki próbafúrások alkalmával meglehetősen hosszú szelencével vették ki az anyagot, tehát fél vagy háromnegyed méter fúrás anyagát összekeverve kapták meg. Amikor tehát a talajvízszintsüllyesztés védelme alatt teljesen szárazon feltárták a munkagödröket azt tapasztalták, hogy ez a tiszamenti öntéstalaj vékony rétegekből áll, 5—6 cm vastag rétegek fekszenek egymáson, s az egymáson fekvő rétegek k tényezői között rendkívül nagy különbség van. Az egyik 6 cm-es réteg elsőrangúan vízteleníthető talajvízszintsüllyesztéssel, viszont voltak tökéletesen vízzáró rétegek is.

Ezeknek a rétegeknek a megállapítására igen jó eljárást javasolt előadásában *Lampl Hugó*, ezért javasolja, hogy létesítsünk ilyen berendezést, mert teljesen meg kell ismernünk a rétegeket.

A másik fajta fúrást, a talajvízszintsüllyesztő kutak fúrását eddig Magyarországon ugyanazzal a rendszerrel végezték, mint a próbafúrásokat. Így egy kút elkészítése egy-két, esetleg három napig tart. Mikor a tiszalöki építésnél a kutak elkészítésére került sor, szóba került a vízöblítéses eljárás is, amely a köpenycsővön belüli öblítésre vonatkozott.

Hogy a javaslat helyes, arra rámutat a Szovjetunióból érkezett számos hír, amely szerint a talajvízszintsüllyesztő kutakat már csaknem kivétel nélkül vízöblítéssel készítik.

Javasolja, hogy olyan esetekben, ahol talajvízszintsüllyesztő kút nem a műtárgy alá, hanem a műtárgy köré kerül, kíséreljük meg a vízöblítéses eljárást mert így 40—50 perc alatt elkészül egy teljes, 10 m hosszú talajvízszintsüllyesztő kút.

SZALAI MIKLÓS

Közismert tény, hogy a vízáteresztőképesség a hézagtenyezővel függvénykapcsolatba hozható, mely logaritmus léptékben ábrázolva egyenest ad. Az ilyenmódon való ábrázolásnál kiderül, hogy a gyakorlatban előforduló hézagtenyezők szélső értékei között a vízáteresztőképesség két nagyságrendet is ugorhat. Ezért az előadó az eljárást abban az irányban is próbálja tökéletesíteni, hogy azt a hézagtenyezőt, amely mellett az illető talaj a helyszínen előfordul, szintén meg lehessen állapítani, és ezáltal egyértelmű összefüggés legyen meghatározható a hézagtenyező és a vízáteresztőképesség között.

Felhívja a figyelmet arra, hogy fagyasztással történő mintavétel tekintetében is jó volna hazai viszonylatban kezdeményezéseket tenni.

UBELL KÁROLY

Az előadásban ismertetett fúrási módszert az előadó főleg a talajvízszintsüllyesztés szempontjából mutatta be. Egy ilyen tökéletes módszer alkalmazása azonban nemcsak a talajvízszintsüllyesztés szempontjából fontos, hanem pl. a talajvízszintmegfigyelő kutak elhelyezése szempontjából is. Az eddigi fúrási módszerekkel nemcsak azt nem lehetett megállapítani, hogy milyen talajfizikai tényezők jellemzik az egyes rétegeket, hanem igen gyakran teljesen elmosódtak az egyes rétegek határai is.

Ezért az előadó által javasolt fúrási módszernek a kipróbálása nemcsak a talajvízszintsüllyesztés szempontjából, hanem a talajvízszint megfigyelő kutak telepítése szempontjából is igen fontos lenne. Előadó a javasolt fúrási módszerrel egy olyan fúrási módszert állított szembe, amely viszont a legrosszabbnak mondható. Amellett, hogy ezt a javasolt fúrási módszert a tökéletes mintavételre felhasználjuk, még a régi fúrási módszerre is szükség van, úgy kell azonban azt berendezni, hogy amikor nem törekszünk tökéletes mintavételre, akkor is lehet tökéletesebb fúrásokat végezni. Ha teljesen élesre kiképzett, kónuszos csósaruval ellátott béléscsővel dolgozunk, és ezt mindig a fúróhely elé hajtjuk, akkor — ha a mintavétel nem is lesz tökéletes — legalább a réteghatárokat pontosan meg lehet állapítani. Ha pedig olyan talajban van a fúró, amely nem folyós, akkor a köpenycsőből egyszerűen ki lehet emelni a benne lévő vizet, és esetleg kanálfúróval legalább megközelítőleg pontos mintákat lehet venni.

MAZALÁN PÁL

Minden olyan mintavételi módszernek — mondjuk egy iszapolónak —, amely fel-alá mozgatással igyekszik mintát felhozni, eredendő hibája, hogy a veendő mintából kiszéri a kisebb szemcséket és alkatrészeket. E hiba kiküszöbölésének az volna a módja, hogy az olyan fúrt lyukaknál, ahol különlegesen súlyt helyezünk a munka tökéletességére, a fúróeszközt hidraulikusan nyomjuk be és az rázkódásmentesen, tehát kiszérelés nélkül hozza fel a kiszúrt mintákat. Így egyúttal az alkalmazott nyomással meg lehet állapítani a kiszúrhatósághoz, illetve a kiszúráshoz szükséges energiát.

Atekintetben, hogy a víznek *Lampl Hugó* által javasolt pneumatikus úton való visszatartása a megadott alapelvek szerint milyen konzekvenciákkal jár, kísérleteket kell lefolytatni. Nagyon kell ugyanis vigyázni a fellépő víz, illetve levegőmennyiségre, s ennek következtében a levegő sebességére. A nyomás hatására bizonyos levegőmennyiség abszorbeálódik a vízben, ez az abszorbeált levegő pedig, amely bizonyos mélységre lehatol, magának a mintának a fizikai jellemzőit is meg tudja változtatni.

Minden mintavétel eredendő hibája az, hogy összenyomja a mintát, ami kétségtelenül megváltoztatja a pórusokat. Az, hogy most víz jelenléte nélkül, tehát csak a tapadó, vagy a kapilláris víz jelenlétében — még a kapillaritásnak is csak a lentokapilláris része van meg — végezzük az eljárást, kétségtelenül nagy haladás volna a szemcseszerkezet, főleg az anyag- és homokhányados megállapítása szempontjából.

SCHMIDT ELIGIUS RÓBERT

A mérnök általában számszerűleg jól megfogható értéket szeret, de kissé sokat kívánunk a k tényezőtől. Gondosabb vizsgálat során néha még az egyneműnek tűnő agyagról is behizonyosodik, hogy rétegezett. A durvább frakciójú természetesen még változatosabb. Azonkívül ezek a rétegek nem simán vagy egyöntetűen egy irányban fekszenek, hanem meg vannak dőlve, törve, kiékelődnek stb.

Bármilyen helyen és bármilyen jó mintavétel mellett fogunk is tehát egy ilyen k tényezőt megállapítani, az sohasem az igazi réteggkomplexus k tényezőjét adja meg.

JUHÁSZ JÓZSEF

Lampl Hugó által javasolt fúróberendezés és fúrési eljárás alapján a mintavétel lehetősége kétségtelenül felmerül olyan esetben, amikor aránylag kis területen sok fúrást kell végezni, tehát pl. éppen a talajvízszintsüllyesztés esetében. Olyan esetben azonban, amikor nagy terület globális felvételéről van szó, és megköveteljük egyes rétegek vagy rétegtípusok k tényezőinek meghatározását, a berendezéssel való munka részben a szállítás, részben az előállítás költsége szempontjából drága lesz.

Ugyanakkor feltétlenül van egy másik kérdés is, az, hogy a kivett magminta alapján meghatározott k érték nagyon helyi jelentőségű, sokszor még méteres körzetben sem áll fenn, éppen az alföldi talajoknál.

Ezenkívül a laboratóriumi k meghatározásnak megvan az a nagy hibája, hogy alföldi talajaink felső rétegeiben — a felső 10–15 méteres rétegben — igen sok mészrög, vagy meszes réteg van, ami a laboratóriumba vitt minta használhatóságát sokszor teljesen tönkreteszi és egészen kis áteresztőképességű

talajok vizsgálatánál nagyon sok esetben nagy áteresztőképességet ad. Ilyenkor új magmintavételre volna szükség.

Ezért a kongresszuson elhangzott két előadás azt a gondolatot vetette fel benne, helyes volna talán a *Lampl Hugó* által javasolt új módszert, amellyel kétségtelenül a talajvízszint alatti eredeti szemszerkezet minden részletét tartalmazó anyagot lehet kivenni, és a *Mazalán Pál* által rétegesen elvégzett áteresztőképességi vizsgálatokat összekötni úgy, hogy a *Mazalán* által javasolt, illetőleg alkalmazott mérőeszközt finomítsuk ki igen kis vízhozamhatárok észrevételére és észlelésére is. Ebben az esetben valószínűleg eredményeket lehetne hozni elméleti vonalon is, ha a *Lampl* által vett tökéletes mintákat és a rétegenként kivizsgált áteresztőképességi együtthatókat vetnők össze.

LAMPL HUGÓ válasza a hozzászólásokra

A hozzászólások egyrésze a k tényező meghatározásának bizonytalanságát tette szóvá.

Amikor a laboratóriumban határozzuk meg a k tényezőt, akkor csak egy relatív és nem az abszolút vízáteresztőképességet kapjuk, amelyet ma nem is tudunk meghatározni, és módszert sem tudunk a meghatározására. A meghatározott k tényező azonban alkalmas az összehasonlításra, hogy két anyagminta közül melyik vízáteresztőbb, és melyik a kevésbé vízáteresztő. És, ha mindig ugyanazt a módszert, ugyanazt a permeabimétert használjuk és ugyanazzal a tömörséggel dolgozunk a bedolgozáskor is, tizedes differenciával mást kaphatunk, de össze tudjuk hasonlítani a két különböző időben, különböző helyről vett minta áteresztőképességét.

Egyetért *Maurer Gyula* hozzászólásával, hogy itt kétféle fúrásról van szó. Az egyik fúrás az, amikor bizonyos mintát akarunk venni. A másik pedig az, amikor talajvízszintsüllyesztő kutat akarunk fúrni. Az utóbbi célra általa említett eljárást helyesli, és a legközelebbi nagy talajvízszintsüllyesztési munkánál használni fogják a vízöblítéses kútfúrást.



AZ ALFÖLDI TALAJVÍZÁLLÁS-VÁLTOZÁSOK VIZSGÁLATÁNAK MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI*

BOGÁRDI JÁNOS

a műszaki tudományok doktora

A felülről számított első vízzáró réteg felett összegyülemlött talajvíz-tömeg felszínének magassági változásával már számos tanulmány foglalkozott. A magassági változásokat legcélszerűbb a talajvízállások változásával jellemezni, amely mind a legfelső talajvíztükör magasságára, mind pedig a talaj vízkészletére vonatkozóan is megadja a szükséges adatokat.

A talajvízállás-változások mérvének és módjának megismeréséhez a víz-állások mellett a talajvíztükört befolyásoló tényezők észlelése is szükséges. Már itt meg kell említenünk, hogy a talajvíztükört befolyásoló egyes tényezők szerepe ma még nem eléggé tisztázott. Általában a talajvízállás-változásokat befolyásoló tényezők *kvalitatív hatása* már ismert. Vannak azonban még olyan tényezők, illetőleg a vizsgálatok során felmerülhetnek olyan újabb tényezők, amelyeknek a talajvízre gyakorolt hatását még kvalitatíve sem ismerjük. Az elmondottakból már következik, hogy még hiányosabbak a *kvantitatív adatok*. Ezideig viszonylag még igen kevés vizsgálatot végeztek az egyes tényezők hatásának számszerű megállapítására. Vizsgálták a csapadéknak és a hőmérsékleteknek, valamint a párolgásnak a talajvíztükörré gyakorolt hatását és több gyakorlati számítást végeztek arra vonatkozóan is, vajjon a természetes vízfolyások vízállás-viszonyai milyen mértékben és módon befolyásolják a környezetükben levő talajvízviszonyokat.

Az eddig végzett vizsgálatok azonban még nem ölelik fel az összes időjárási tényezőt, a *hidrogeológiai tényezők* szerepének tisztázását pedig csaknem teljesen elhanyagolják. Így pl. további vizsgálatokkal tisztázandó a talajhőmérsékletek hatása, annál is inkább, mert a *kondenzációs jelenségek* folytán az igen lényeges lehet. Ezen a téren nagy reményekre jogosít — sőt már számos eredményre is vezetett — a *talaj-klimatológia*, amely mint a Szovjetunióban keletkezett új tudományág a légköri folyamatok mikéntjét vizsgálja a légkör alatt fekvő hidroszférában és pedoszférában. A vizsgálatoknak ez a része már a meteorológusok szakterülete és ezeknek a kérdéseknek a megoldásánál elsősorban az ő közreműködésükre van szükség. Tudomásom szerint, szovjet mintára ezek a vizsgálatok már nálunk is megkezdődtek.

* Készült a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben.

Aránylag kevés vizsgálatot végeztek ezideig a párolgás hatásának a meghatározására. Kétségtelen, hogy a léghőmérséklet figyelembevétele bizonyos mértékig a párolgás hatását is kifejezésre juttatja, de az alföldi talajvízállás-változások átfogó vizsgálatánál a párolgást külön is figyelembe kell vennünk. Hasonlóképpen a teljes csapadékmagasság számításbavétele sem indokolt. Tudjuk ugyanis, hogy a lehulló csapadék egy része a felszínen lefolyik és csak bizonyos hányada szivároghat a talajba. A csapadékoknál is a felszínen lefolyó, illetőleg a beszivárogható rész arányát a hőmérséklet figyelembevétele már bizonyos mértékig kifejezésre juttatja, kétségtelen azonban, hogy pontosabb vizsgálatoknál már a *lefolyási tényezők* számításbavétele is szükséges lesz.

A *hidrogeológiai viszonyok* fontossága a talajvíztükör-változásoknál régóta ismeretes. Ennek ellenére alig találunk olyan vizsgálatot, amely ezeket a hatásokat figyelembe venné. Nyilvánvalónak látszik, hogy ezek a hiányszágok a hidrogeológiai tényezők figyelembevételénél mutatkozó nehézségek következményei. A nehézségek ellenére a további vizsgálatoknál arra kell törekednünk, hogy a talaj milyenségét, rétegződését, áteresztőképességét stb. valamilyen módon figyelembe vehessük.

A talajvízállás-változások vizsgálati módszerei igen sokfélék. Az eddigi kutatások, azt mondhatjuk, csaknem valamennyi lehetséges eljárást már igénybe vették. Legegyszerűbb és leggyakrabban követett eljárás az ú. n. *spekulatív minőségi (oknyomozó) elemzés*, amely az egyes tényezők hatását külön-külön vizsgálja. Ezeket a vizsgálatokat a legkülönbözőbb numerikus és grafikus módszerekkel lehet elvégezni.

A minőségi (oknyomozó) elemzés elvégzése még akkor is szükséges, ha más vizsgálatokat, pl. matematikai eljárásokat vezetünk be. Az ilyen oknyomozó elemzések tisztázzák ugyanis az egyes elemek kvalitatív hatását, amelyek — bármilyen módszer szerint is állapítjuk meg az összefüggéseket — alapvető fontossággal bírnak.

Az analitikai eljárásoknál célszerű a matematikai statisztikát segítségül hívni és ennek köréből is elsősorban a korrelációs számítást ajánlatos alkalmazni. Bizonyos különleges feladatok megoldásánál számításba jöhet még a harmonikus analízis is.

Midőn az alföldi talajvízállás-változások vizsgálatának módszertani kérdéseit tárgyaljuk, nem is annyira a vizsgálati eljárások, mint inkább azok *módszertani kérdéseire* szeretnénk kitérni. A vizsgálati eljárások — mint már említettük — sokféle alkalmazásban igen széles területen mozognak. Nagyon sok esetben azonban tisztázatlanok még a módszertani kérdések.

Az eddigi kutatásoknál az alföldi talajvízállás-változások meghatározásánál csaknem kizárólag az *idő szerint változó elemeket* vették figyelembe. Ezek a legkézenfekvőbb vizsgálatok, mert hiszen legfontosabb és legfeltűnőbb a talajvíztükör időbeni változása, ami természetesen az idő szerint változó

tényezők hatására következhet be. Eddigi eredményeinkből kitűnik azonban, hogy a talajvíztükör nem csak az idő, hanem a hely szerint is változik.

A talajvíztükör helyszerinti változása nem új megállapítás. Ennek ellenére az időszerinti vizsgálatoknak a helyszerinti vizsgálatoktól való elkülönítésével, vagy ilyen kutatásokkal való kiegészítésével az eddig végzett tanulmányokban nem-igen találkozunk. Célszerűnek látszik, hogy még, ha az egyes elemeknek külön-külön is vizsgáljuk a hatását, megkülönböztetést tegyünk, hogy azok időbelileg, vagy pedig hely szerint befolyásolják-e a talajvizet.

Az időszerinti vizsgálatoknál nyilvánvalóan azokat az elemeket kell bevonni számításainkba, amelyek az idővel változnak. Ilyenek az időjárási elemek : csapadék, hőmérséklet, párolgás stb.

A hely szerint elsősorban a hidrogeológiai tényezők változnak : a talajvíz terepalatti mélysége, a talaj rétegződése, áteresztőképessége, hézagterfogata és más hasonló, a talaj fizikai, esetleg kémiai tulajdonságait jellemző indexszámok.

A módszertani kérdéseket legcélszerűbben néhány példán tudjuk bemutatni és megtárgyalni. Ezek nem mind sikerült példák, de kiválasztásuk úgy történt, hogy kitűnjék, mit is értünk az alföldi talajvízállás-változások idő- és helyszerinti vizsgálatainak végrehajtása alatt és mi módon képzeljük el ezeknek a vizsgálatoknak az összekapcsolását.

Eddigi vizsgálataink során számos változatban több idő szerint változó tényező hatását állapítottuk már meg. Mostani vizsgálatainknál segítségül vesszük ezeket az eredményeket. Nyilvánvaló, ha a különböző helyeken az időszerinti elemek hatása eltérő, akkor az eltérések valamilyen hely szerint változó tényező, vagy tényezők hatásának a következményei. Ha az időszerinti tényezők hatásában mutatkozó különbségeket egy vagy több hely szerint változó tényezővel kapcsolatba tudjuk hozni, akkor már helyszerinti vizsgálatot végeztünk, sőt a hely- és időszerinti vizsgálatokat tulajdonképpen már össze is kapcsoltuk. Az ilyen vizsgálatok hasznosítása oly módon történhet, hogy az így megtalált hely szerint változó tényezőt már bevonhatjuk a talajvízállás-változások általános vizsgálatába, miáltal lényegesen jobb kapcsolatot remélhetünk. Ezeknél az új kapcsolatoknál már nem lesz eltérés az időszerinti elemek hatásánál, illetőleg ezek az eltérések már *indokoltak* lesznek.

Első példaként vizsgáljuk meg, hogy milyen hatás mutatkozik, ha a talajvízállás-változásokat nem a teljes lehullott csapadékösszeggel, hanem csak a felszíni lefolyás után fennmaradó csapadékhányaddal hozzuk kapcsolatba.

Ezekhez a vizsgálatokhoz meg kell határoznunk a havi lefolyási tényezőket (a) és ezeknek segítségével ($1 - a$) arányban redukáljuk a havi csapadékösszegeket. A lefolyási tényező értékeket a volt Pestmegyei Társulat főcsatornájának fülöpszállási vízmércéjére meghatározott havi a értékekkel vettük azonosnak.

A debreceni talajvízkútra vonatkozóan korábbi tanulmányainkban már megállapítottuk, hogy a különböző években mutatkozó középvízállások milyen kapcsolatot mutatnak a megelőző hónap csapadékmennyiségével. Ily módon megkaptuk mind a 12 hónapra vonatkozóan, hogy Debrecen talajvízkútnál a megelőző hónaphoz képest bekövetkezett talajvízállás-változás milyen kapcsolatot mutat a debreceni csapadékmérő állomáson a megelőző hónapban mért csapadékösszegekkel. Itt természetesen a lehullott teljes csapadékösszegek szerepeltek. A számítások eredménye — az egyes hónapokra meghatározott *korrelációs tényezők* — mint az már előző tanulmányunkból ismeretes, az alábbiak:

I. hónapban	$r_{1,1} = + 0,309$	VII. hónapban	$r_{1,1} = + 0,386$
II. «	« $= - 0,100$	VIII. «	« $= + 0,432$
III. «	« $= + 0,504$	IX. «	« $= + 0,772$
IV. «	« $= + 0,692$	X. «	« $= + 0,546$
V. «	« $= + 0,412$	XI. «	« $= + 0,338$
VI. «	« $= + 0,615$	XII. «	« $= + 0,683$

A korrelációs tényezők tehát azt mutatják, hogy február hónapot kivéve, minden hónapnál rendkívül szoros kapcsolat mutatkozik a havi közepes víz-állás-változások és a megelőző hónap csapadékösszege között.

Mostani vizsgálatainknál ugyanezt a kapcsolatszámítást a megfelelő $(1-\alpha)$ értékekkel redukált havi csapadékösszegekkel megismételtük. A számítások eredményeként az alábbi korrelációs tényezőket kaptuk:

I. hónapban	$r_{1,1} = + 0,236$	VII. hónapban	$r_{1,1} = + 0,380$
II. «	« $= - 0,049$	VIII. «	« $= + 0,432$
III. «	« $= + 0,469$	IX. «	« $= + 0,772$
IV. «	« $= + 0,691$	X. «	« $= + 0,610$
V. «	« $= + 0,481$	XI. «	« $= + 0,299$
VI. «	« $= + 0,625$	XII. «	« $= + 0,648$

Összehasonlítva ezeket az értékeket az előzőekben megadott adatokkal, azt látjuk, hogy nem javítottunk a kapcsolatokon. Van ugyan néhány hónap, május, június és október, amelyeknél a korrelációs tényező értéke kisebb mértékben növekedett, de legtöbb hónapnál az előző számításokhoz viszonyítva, gyengébb kapcsolatot eredményezett a felszínen lefolyó csapadékmennyiség figyelembevétele.

Mielőtt ennek a körülménynek a magyarázatát keresnénk, lássunk még egy példát a lefolyási tényező figyelembevételére.

A várható legmagasabb tavaszi havi közepes talajvízállás előrejelzésére 28 kútra vonatkozóan előrejelzési hálózatot készítettünk. Az előrejelzés célját szolgáló összefüggéseket úgy határoztuk meg, hogy minden kútnál megállapítottuk a várható maximális tavaszi középvízállásnak (Y) ötváltozós korrelációs számítás segítségével a megelőző őszi legalacsonyabb havi közepes

vízállással (X_1), az október-november és márciusi (X_2) és a december-január-februári (X_3) csapadékösszegekkel, végül a december-január-február hónapok átlagos léghőmérsékletével (X_4) való kapcsolatát. Ezeknél a számításoknál a teljes lehulló csapadékösszegeket vettük figyelembe.

Ha most ugyanezeket a számításokat megismételjük, de olyan módon, hogy az egyes havi csapadékösszegek helyett az $(1-\alpha)$ arányban csökkentett csapadékösszegeket vesszük figyelembe, akkor a két számítás összehasonlítása megmutatja miképpen befolyásolta kapcsolatainkat a súlyozott csapadékösszegek figyelembevételére.

A kapcsolatok jóságának megítélésére, az általános gyakorlatnak megfelelően, a *totális korrelációs tényezőket és a teljes feltételes szórásokat* választva, két alföldi talajvízkút esetén az alábbi eredményeket kaptuk:

Átokháza talajvízkútnál a teljes csapadékösszegek esetén $R^2 = 0,91$ és $\sigma_y^{(1)} = 17,14$ cm; viszont a súlyozott csapadékösszegekkel számítva, mostani vizsgálatainknál $R^2 = 0,907$ és $\sigma_y^{(1)} = 17,4$ értékeket kaptuk. Ennél a kútnál tehát a súlyozott csapadékösszegek figyelembevételére nem jelentett javulást, sőt mind a korrelációs tényezőt, mind pedig a teljes feltételes szórást tekintve, a kapcsolat jósága kismértékben csökkent is.

Egy másik talajvízkútnál, a *debreceni talajvízkútnál*, a teljes csapadékösszegekkel számítva $R^2 = 0,794$ és $\sigma_y^{(1)} = 8,2$ cm értékeket kaptuk.

Megismételve a számítást a súlyozott csapadékösszegekkel a debreceni talajvízkútra vonatkozóan a fenti értékek a következőképpen alakulnak: $R^2 = 0,939$ és $\sigma_y^{(1)} = 4,4$ cm.

Érdekes, hogy a debreceni talajvízkútnál a súlyozott csapadékösszegek figyelembevételére lényegesen javította a kapcsolat jóságát. Ez különösen azért feltűnő, mert a felhasznált lefolyási tényező-értékek a Duna-Tisza közére vonatkoznak és így a javulás inkább a Duna-Tisza közén lévő Átokháza talajvízkútnál lett volna indokolt.

Az első példa eredményét is figyelembevételére megállapíthatjuk, hogy a súlyozott csapadékösszegekkel az elmondottak szerinti vizsgálat nem hozott eredményt. A kérdés tüzetes megvizsgálása után az a vélemény alakult ki bennünk, hogy havi maximális lefolyási tényezőkkel a csapadék súlyozását nem célszerű elvégezni. Nyilvánvaló, hogy a figyelembevett hónapokban és években a lehulló csapadékból nem a maximális lefolyási tényezőknek megfelelő hányad került a felszínen lefolyásra. Tudjuk ugyanis, hogy a lefolyási tényező értéke gyakran 0, vagy ha annál nagyobb is, de legtöbbször kisebb a maximális értéknél. Hogy tehát a súlyozott csapadékösszegekkel jobb összefüggéseket nyerjünk, elengedhetetlennek látszik a vizsgált időszakban érvényesülő tényleges lefolyási tényezőkkel való számítás. Sajnos a vizsgált esetben ilyen értékekkel nem rendelkezünk és így a számítást eszerint elvégezni nem tudjuk.

A bemutatott két példa a csapadéknak mint idő szerint változó elemnek a helyszerinti vizsgálataként is felfogható. A felszínen lefolyó csapadékhányad ugyanis a terep lejtési viszonyai, a talaj milyensége és növényzettel való borított-ságától függően a hely szerint változik.

Következő példaként vizsgáljuk ismét a csapadéknak a talajvíztükörre gyakorolt hatását helyszerinti változásban.

Említettük már, hogy a tavaszi legmagasabb havi közepes vízállás előrejelzése céljából összefüggéseket vezettünk le 28 kútra, amelyekre vonatkozóan tehát számszerű adataink vannak, hogy a fagymentes hónapok (okt., nov., márc.) valamint a téli hónapok (dec., jan., febr.) csapadékösszegei milyen módon és milyen mértékben vesznek részt a tavaszi maximális havi közép-vízállás kialakításában.

Azokat a mértékszámokat, amelyek megadják, hogy a csapadék milyen mértékben vesz részt a maximális talajvízállás kialakulásában, többszörös korrelációs számítás alapján nyerjük. A korrelációs számítás lényegét ismertnek tételezzük fel és itt csupán azoknak a C_i mértékszámoknak a lényegére utalunk, melyek minden egyes változóra (χ_i) vonatkozóan megadják, hogy milyen mértékben vesz részt az Y függő változó értéknek kialakulásában.

Tudjuk, hogy ilyen számításokhoz a kapcsolatot kifejező egyenlőséget normális-koordinátákban kifejezve kell felírni, ahol tehát a γ_i együtthatókat az eredeti b_i együtthatókból úgy nyerjük, hogy a függő változó egyéni szórásával (σ_1) osztjuk és mindegyiket a megfelelő független változó egyéni szórásával (σ_i) szorozzuk. A normális-koordinátákban kifejezett kapcsolatnál már a standardizált változók szerepelnek, melyeknek szórása, mint már tudjuk, az egységgel egyenlő.

Az előzőek szerint a normális-koordinátákban kifejezett egyenlőségben az együtthatók $\gamma_i = b_i \frac{\sigma_i}{\sigma_0}$

Ha X_i független változóknak az Y függő változóval való kapcsolatát r_i parciális korrelációs tényező fejezi ki, akkor azt a mértékszámokat (C_i), amely megadja, hogy X_i független változó milyen mértékben vesz részt Y függő változó kialakításában $C_i = \gamma_i r_i$ érték adja.

Ha a függő változó és a független változók középértéktől való eltéréseit (y és x_i) és ezeknek szorzatösszegeit meghatározzuk, akkor mint ismeretes, a C_i mértékszámot az alábbi összefüggésből fejezhetjük ki:

$$C_i = \gamma_i r_i = b_i \frac{[yx_i]}{[y y]}$$

Mivel $\sum C_i = R^2$, az egyes C_i mértékszámok abszolút értelemben adják meg az egyes változóknak a függő változó értékére gyakorolt befolyását.

I. TÁBLÁZAT

Sorszám	A kút		Sokévi közép- vív- állás (a tereptől mérve)	4 ΣC 1	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	(C ₂ + + C ₃)	(C ₂ + + C ₃ + + C ₄)
	szá- ma	h e l y e								
mértékszámok a ΣC százalékában										
1	6	Átokháza	147	0,910	58,3	23,1	17,6	1,0	40,7	41,7
2	10	Bácsalmás	253	0,899	49,3	18,2	33,5	-1,0	51,7	51,7
3	254	Bócsa	102	0,952	50,0	45,0	1,9	2,7	47,3	50,0
4	26	Cegléd (2).....	283	0,862	60,7	4,8	0,1	34,4	4,9	39,3
5	32	Debrecen	285	0,796	24,6	42,6	14,7	18,1	57,3	75,4
6	33	Dévaványa	366	0,823	70,5	14,4	-2,3	17,4	14,4	31,8
7	52	Hajduböszörmény	667	0,979	85,4	-0,3	2,3	12,6	2,3	14,9
8	54	Hajdunánás	179	0,892	85,3	25,9	16-1	4,9	25,9	30,8
9	63	Izsák	78	0,610	33,0	16,2	36,4	14,4	52,6	67,0
10	68	Jászkisér	153	0,863	69,3	23,4	7,2	0,1	30,6	30,7
11	76	Kecskemét (2)	328	0,879	50,7	35,4	2,8	11,0	38,2	49,2
12	82	Kenderes (2)	241	0,880	52,3	12,5	-3,4	38,6	12,5	51,1
13	256	Kiskunmajsa (2)	181	0,920	43,4	34,6	20,4	1,6	55,0	56,6
14	92	Kisvárdá.....	250	0,947	36,7	14,9	21,9	26,5	36,8	63,3
15	97	Kondoros	414	0,942	91,7	3,6	-2,1	6,8	3,6	10,4
16	103	Kunszentmiklós.....	98	0,835	30,5	20,7	45,5	3,2	66,2	69,4
17	105	Lajosmizse	136	0,417	52,4	32,4	7,2	8,4	39,6	48,0
18	110	Mezőhegyes	461	0,969	66,6	4,5	3,7	15,2	8,2	23,4
19	130	Nyíregyháza.....	184	0,846	51,2	18,9	3,4	26,5	22,3	48,8
20	133	Ócsa (3)	48	0,549	91,6	1,4	4,4	2,6	5,8	8,4
21	138	Orosháza.....	262	0,989	64,0	21,1	7,0	7,9	28,1	36,0
22	140	Pankota	329	0,978	76,4	6,9	8,0	8,7	14,9	23,6
23	257	Pálmonostor.....	124	0,932	50,0	24,6	11,1	14,3	35,7	50,0
24	162	Püspökladány	321	0,948	33,4	49,2	3,1	14,3	52,3	66,6
25	196	Szentistván.....	290	0,821	50,1	30,9	-10,5	29,5	30,9	60,4
26	214	Tépe	273	0,911	48,2	26,8	19,4	5,6	46,2	51,8
27	225	Tiszaörs	300	0,473	24,7	15,4	-0,6	60,5	15,4	75,9
28	237	Turkeve	503	0,980	30,5	30,4	2,7	36,4	33,1	69,5

C₁ az őszi legalacsonyabb havi középvízállás hatásának mértékszámja.

C₂ az október—november—márciusi csapadékösszeg hatásának mértékszámja.

C₃ a december—január—februári csapadékösszeg hatásának mértékszámja.

C₄ december—január—február átlagos hőmérséklete hatásának mértékszámja.

A 28 talajvízkútra meghatározott előrejelzési kapcsolatnál tehát kutanként már rendelkezésünkre állnak a C_i mértékszámok, melyek minden egyes kútnál megmutatják, hogy az egyes tényezők milyen mértékben vesznek

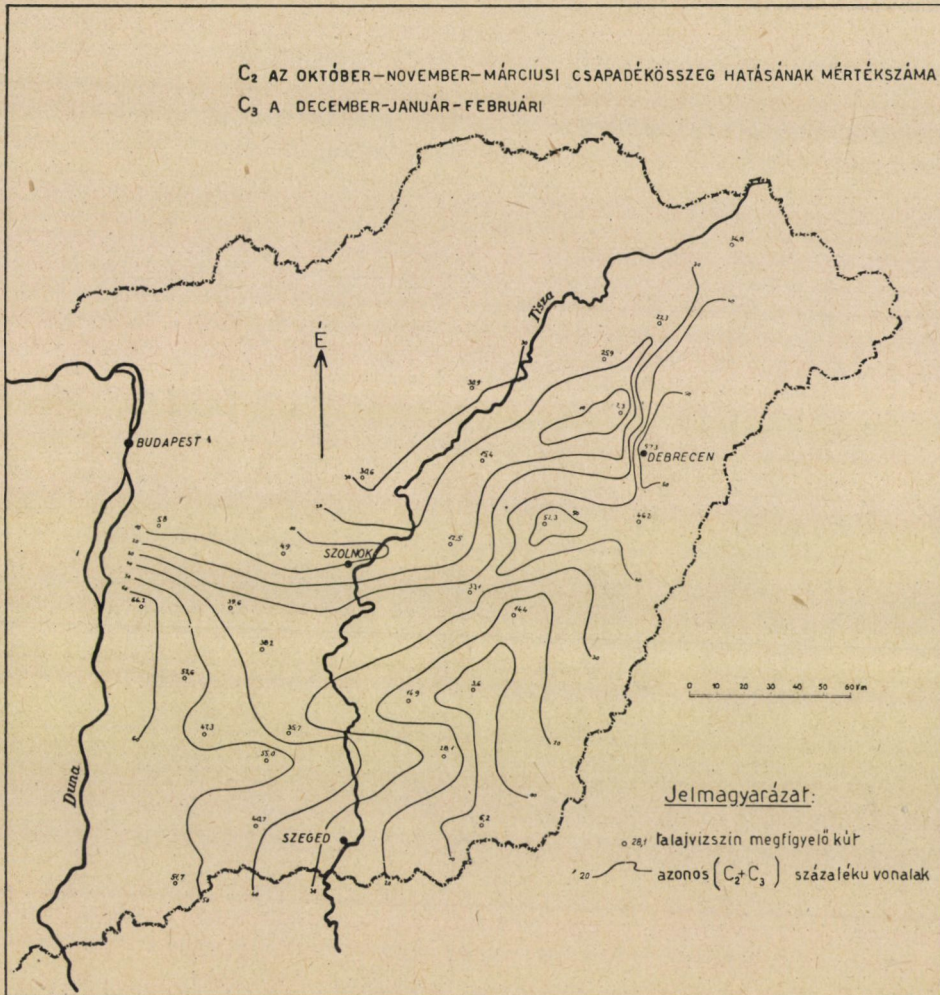
részt a tavaszi maximum értékének kialakításában. Ha X_1 -gyel jelöljük az őszi legalacsonyabb havi középvízállást, akkor C_i megadja, hogy az őszi minimum milyen mértékben vesz részt a tavaszi maximális érték képzésében. Hasonlóképpen, ha az okt., nov., márciusi csapadékösszeget X_2 -vel jelöljük, akkor C_2 megadja, hogy ennek a három fagymentes hónapnak a csapadékösszege milyen mértékben veszi ki részét a tavaszi maximális érték kialakulásában. Mivel a három téli hónap (dec., jan., febr.) csapadékösszegét X_3 -mal, ugyanennek a három hónapnak léghőmérsékletét X_4 -gyel jelöljük, nyilvánvaló, hogy C_3 abszolút értelemben jellemzi a fagymentes három hónap csapadékösszegeinek, C_4 pedig az említett három hónap átlagos léghőmérsékletének a tavaszi maximális érték kialakulásánál játszott szerepét. A 28 kútra vonatkozóan a C értékeket az I. táblázat tünteti fel. Ha az I. táblázat értékeit vizsgáljuk, akkor kitűnik, hogy az egyes kutaknál a fagymentes három hónap és téli hónapok csapadékösszegei, valamint a téli hónapok átlagos léghőmérsékletei igen különböző mértékben befolyásolják a tavaszi maximum kialakulását.

Mielőtt mostani vizsgálatainkat folytatnánk, az I. táblázathoz még néhány megjegyzést kell fűznünk. A táblázat szerint C_2 előjele egy esetben, C_3 előjele pedig hat esetben negatív. Az előzőekben láttuk, hogy tetszésszerű C_i mértékszám előjelét a kapcsolatot kifejező egyenlőség normális koordinátákban kifejezett alakjánál szereplő γ_i együttható és a megfelelő r_i parciális korrelációs tényező előjele szabja meg, mivel $C_i = \gamma_i r_i$. A γ_i együttható előjele azonos a kapcsolatot kifejező egyenlőség eredeti alakjában szereplő megfelelő b_i együttható előjelével, mert mint láttuk $\gamma_i = b_i \frac{\sigma_i}{\sigma_0}$. Viszont az

összetartozó r_i és b_i lineáris kapcsolatnál azonos előjelű, mert mindkettő előjelét ugyanaz az eltérésszorzatösszeg határozza meg. Így nyilvánvaló, hogy a megfelelő γ_i és r_i is mindig azonos előjelű kell, hogy legyen. Következésképpen minden C értéknek pozitívnak kellene lennie. Az a körülmény, hogy az I. táblázatban mégis találunk negatív C értékeket, azzal magyarázható, hogy a kérdéses kapcsolat nem fejezhető ki teljes szabatosággal lineáris összefüggéssel. Elvileg tehát azokat a kutakat, amelyeknél negatív C értékek is előfordulnak, számításán kívül kellene hagynunk. Mivel azonban a negatív értékek aránylag kicsinyek, mostani vizsgálatainknál ezeket a kapcsolatokat is figyelembe vettük. A $(C_2 + C_3)$ illetőleg a $(C_2 + C_3 + C_4)$ összegek képzésénél azonban a negatív C értékeket teljesen figyelmen kívül hagytuk. A ΣC értékben azonban a negatív értékek előjelre helyesen szerepelnek, mert a $\Sigma C = R^2$ egyenlőség csakis ily módon képzelhető el.

Visszatérve feladatunkhoz, a C_1 értékek mostani vizsgálatainknál nem játszanak szerepet, mert hiszen az már természetszerűleg kutanként más és más értékű. C_2 , C_3 és C_4 értékeiben mutatkozó eltérések azonban, mivel időszériai elemek hatását fejezik ki, nyilvánvalóan a hely szerint változó tényezők következtében jelentkeznek.

A fentiek előrebocsátása után kísérjük meg megállapítani, hogy milyen helyszerinti tényezőnek a következményei a C_2 és C_3 , illetőleg C_4 értékekben mutatkozó eltérések? Az eltérések okainak kutatásánál rendkívül sok vizsgálatot végeztünk. Ezeket részletesen felsorolni felesleges és így csupán néhány fontosabb vizsgálatot kívánunk megemlíteni.



I. ábra

A vizsgálatok elvégzésének megkönnyítése céljából az 1. ábrán feltűntettük a $(C_2 + C_3)$ mértékszámok százalékát ΣC %-ában kifejezve. Az egyes kutaknál kapott értékek segítségével megszerkesztettük az azonos százaléku helyeket összekötő vonalakat. Ily módon az 1. ábrát összehasonlítva olyan hely szerint változó tényezővel, mely egyébként a talajvíztükör kialakítására

befolyással lehet, könnyen megállapíthatjuk áll-e fenn hasonlóság a százalékos vonalak és a kiválasztott tényező helyszerinti változása között vagy sem. A $(C_2 + C_3)$ százalékos ábrát összehasonlítottuk a talajvíztükör hidroizohipszáival, a talajvíz terepalatti mélységét feltüntető térképpel, a terep szintvonalas térképével, az évi és havi átlagos csapadék-térképpel, az átlagos havi és évi



2. ábra

izothermákkal, az Alföld talajtani térképével és az őszi és téli időszak csapadék-összegével, de kapcsolatot vagy hasonlóságot egyikkel sem tudtunk megállapítani.

A 2. ábrán az azonos $(C_2 + C_3 + C_4)$ százalékokat feltüntető vonalakat ábrázoltuk és ezzel az ábrával kapcsolatban is elvégeztük az összes előbb

említett tényezővel való összehasonlítást. Sőt a teljesség kedvéért külön a C_2 , C_3 és C_4 százalékokat feltüntető ábrákat is megrajzoltuk, és ezeknél hasonló vizsgálatokat végeztünk. Az összes erre vonatkozó vizsgálatunk negatív eredménnyel járt, vagyis ily módon nem tudtuk megtalálni azt a hely szerint változó tényezőt, illetve tényezőket, melyek a fagymentes hónapok és téli hónapok csapadékösszegének, valamint a téli hónapok átlagos léghőmérsékletének hatását kutanként különbözővé tették. Ennek ellenére nyilvánvaló, hogy C_2 , C_3 és C_4 tényezők kutankénti változását valamilyen, a hely szerint változó tényezőnek kellett előidéznie. Módszertanilag tehát másképp kell eljárunk.

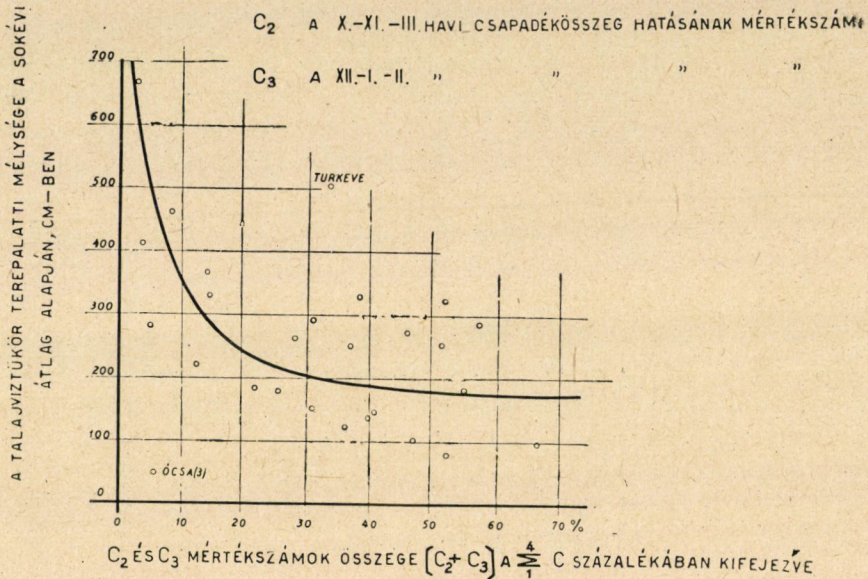
Ha végiggondoljuk, hogy mi okozhatja a C értékek kutankénti eltéréseit, elsősorban a kút és környékének talajtani összetételét kell figyelembe vennünk, viszont mint már említettük, ezeknek az adatoknak számításbavételénél mutatkoznak a legnagyobb nehézségek. Egy másik körülmény, amely logikusan befolyásolhatja a csapadék és hőmérséklet hatását, a talajvíztükör terepalatti elhelyezkedése lehet. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a talajvíztükör terepszint alatti mélysége befolyással van a beszivárogható és talajvizet tápláló csapadék mennyiségére. Ha a talajvíztükör közel fekszik a terepszinthez, a beszivárgó csapadékvíz gyorsabban és kisebb veszteség mellett táplálhatja a talajvizet. Nagy terepalatti mélységeknél viszont lényegesen hosszabb a talajba szivárogható víz útja és a hosszabb ideig tartó szivárgás alatt nagyobb veszteségek is felléphetnek. A veszteségeknél elsősorban a párolgásra gondolunk, ami viszont arra utal, hogy esetleg a párolgást leginkább befolyásoló léghőmérséklet hatását kifejező C_4 mértékszám is bizonyos mértékig függni fog a talajvíztükör terepalatti mélységétől.

A talajvíztükör terepalatti mélységét természetesen nagyon sokféleképpen fejezhetjük ki. Legmegfelelőbbnek azt találtuk, ha a talajvíztükör terepalatti mélységét a sokévi átlag alapján határozzuk meg. Ha minden kútra meghatározzuk a sokévi közepes vízállást, akkor a kútperem terepfölötti kiállításának levonásával közvetlenül megkapjuk a talajvíztükör terepalatti mélységét. Ezeket az értékeket is kutanként az I. táblázat tartalmazza.

Külön-külön véve a C_2 , C_3 és C_4 mértékszámokat azt találtuk, hogy ezek nem mutattak semmiféle határozott kapcsolatot a talajvíztükör terepalatti mélységével. Természetesen már ezeknél a vizsgálatoknál is kitűnt, hogy növekvő talajvízmélységnél kisebb volt a C értékek százaléka, mint a magasan fekvő talajvíztükör esetében.

Vizsgálatunk következő lépéseként a C_2 — C_3 mértékszámok összegének és a talajvíztükör terepalatti mélységének kapcsolatát tanulmányoztuk. A C_2 — C_3 is a csapadék hatásának mértékszám, amely tehát megmutatja, hogy a fagymentes és téli hónapok csapadékösszege milyen mértékben veszi ki részét a tavaszi maximális havi középvízállás értékének kialakításánál.

A 3. ábrán derékszögű koordináta-rendszerben ábrázoltuk a $(C_2 + C_3)$ százalékos értékeinek a talajvíztükör terepalatti mélységével való kapcsolatát. Az ábrából látható, hogy bár a 28 kút adataiból képzett pontok jelentős szóródást mutatnak, mégis határozottan kitűnik a talajvíztükör terepalatti mélységének a $(C_2 + C_3)$ százalékával való ellentétes változása. Az ábrán vastag kihúzott vonal jelzi azt a kiegyenlítő összefüggést, amely leginkább megfelel a keresett kapcsolatnak. Eszerint, a vizsgált esetben a kapcsolat valamilyen



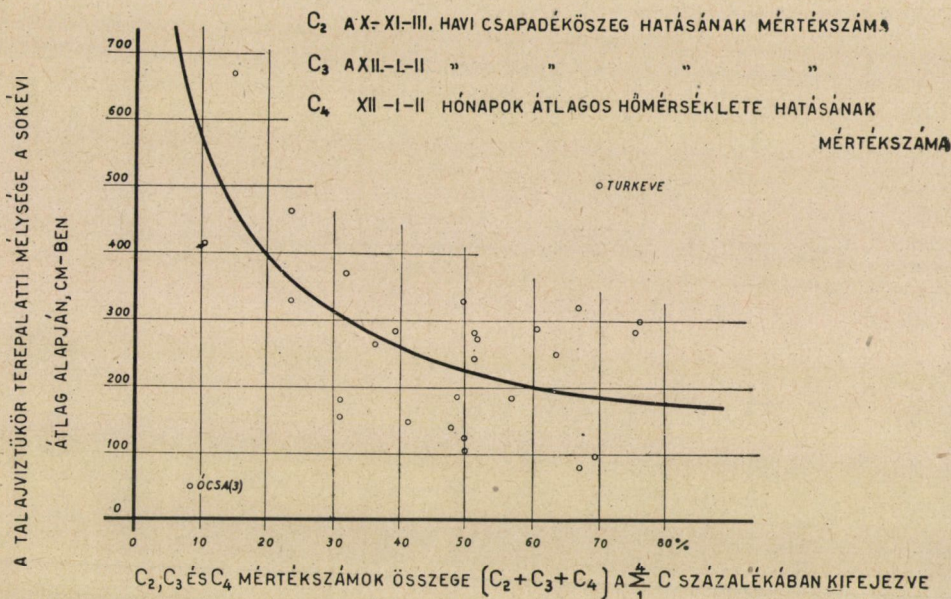
3. ábra

hiperbolikus összefüggéssel lenne kifejezhető. Feltűnő, hogy két kút értékeit ábrázoló pont messze kiugrik a meghatározott kiegyenlítő vonalból. A két kút: Turkeve és Ócsa (3). Megkíséreltük, hogy az eltérések okát felderítsük, azonban eddigi igyekezetünk még nem vezetett sikerre. Mindenesetre feltehető, hogy valamilyen hidrogeológiai tényező hatása eredményezi a nagy eltérést.

Végül megvizsgáltuk és a 4. ábrán feltüntettük a talajvíztükör terepalatti mélységének és a $(C_2 + C_3 + C_4)$ százalékbán kifejezett értékének az összefüggését. Ez az ugyancsak hiperbolikus függvénnyel kifejezhető kapcsolat talán még jobbnak mondható, mint a 3. ábrán látható összefüggés. A pontok ugyan ennél az ábránál is nagy szóródást mutatnak, de a kapcsolat jellegét a bejelölt vonal határozottan mutatja. Mivel a C_4 érték általában a ΣC -hez

viszonyítva aránylag kicsiny, nem meglepő, hogy ennél az ábránál is Turkeve és Ócsa (3) a kapcsolaton messze kívülesik.

A 3. és 4. ábrán a talajvíztükör terepalatti mélysége, valamint a $(C_2 + C_3)$ illetőleg a $(C_2 + C_3 + C_4)$ százalékos értékei közt talált összefüggések bizonyos ellentmondást jelentenek az előzőekben tett egyik megállapításunkkal. Azt

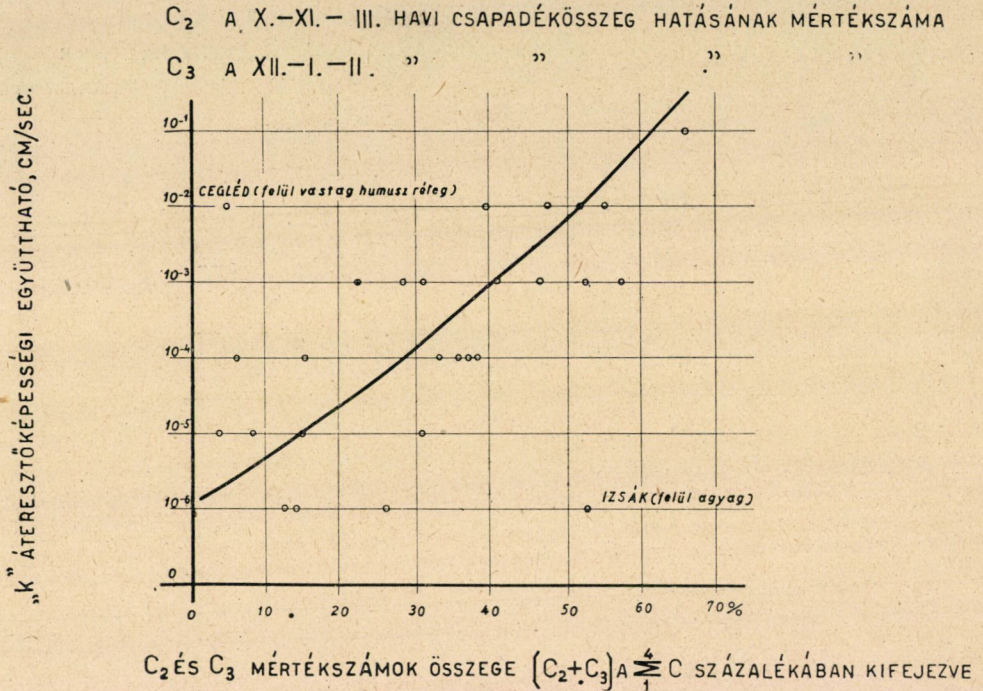


4. ábra

mondottuk ugyanis, hogy az 1. és 2. ábrán az azonos százalékokat összekötő vonalak nem mutattak hasonlóságot — több egyéb más tényező mellett — a talajvíztükör terepalatti mélységével sem. Ez a körülmény természetesen abból származik, hogy az 1. és 2. ábrát Turkeve és Ócsa (3) egyenlő súllyal való figyelembevételével szerkesztettük. Viszont e két kiugró érték figyelembevétele azt eredményezte, hogy az eltorzult $(C_2 + C_3)$, illetőleg $(C_2 + C_3 + C_4)$ ábra nem mutatott hasonlóságot a talajvíztükör terepalatti mélységét feltüntető ábrával. Az is nyilvánvaló természetesen, hogy a nem szabályosan hiperbolikus kapcsolat bizonyos fokig megnehezíti az összehasonlítást.

A csapadék hatásának helyszerinti változására tehát már találtunk egy magyarázatot. Ennek a kapcsolatnak a jövő kutatásoknál már nagy hasznát vehetjük, mert megmutatja, hogy a talajvízállás-változásoknál mint helyszerinti változót, a talajvíztükör terepalatti mélységét is figyelembe kell vennünk.

A talajvízállás-változások vizsgálatánál a talajviszonyok figyelembevételére vegyük például a talaj vízáteresztőképességét alapul és ezt jellemezzük a k áteresztőképességi együtthatóval. A vizsgálatok tárgyilagossága céljából megkértem egyik kutatótársamat, hogy a kérdéses 28 kút fúrásai szelvénye alapján, mely minden részletesebb szemszerkezeti, áteresztőképességi, vagy hézagterfogatra vonatkozó vizsgálatok nélkül, csak a fúrást végző technikai segéderők által beírt talajféleségek megjelölését tartalmazza: becsüljön meg kutanként egy-egy olyan k tényezőt, — amely figyelembevéve a talajvízállás



5. ábra

játékát (LKV—LNV) — véleménye szerint legjobban jellemzi a csapadék beszivárgása szempontjából a kérdéses talajszelvény áteresztőképességét.

Az áteresztőképességi együttható és a csapadék hatását jellemző $(C_2 + C_3)$ százalékok nyilvánvalóan egyenes arányban állnak, vagyis minél nagyobb a k együttható, annál nagyobb mértékben képes a csapadékvíz a talajvizet táplálni, vagyis annál nagyobb lesz a $(C_2 + C_3)$ mértékszámok értéke. Az 5. ábrán semi-logaritmusikus léptékben ábrázoltuk a 28 kútra vonatkozóan Ubell Károly által megbecsült áteresztőképességi együtthatókat a megfelelő $(C_2 + C_3)$ százalékokkal összefüggésben. Meg kell jegyeznünk, hogy a k együttható becslése csak egész durva közelítés lehetett és ez az oka, hogy minden pontunk pontosan tíznek valamilyen egészszámú hatványára esik.

Az elképzelt összefüggést az 5. ábra valóban jól mutatja és a szóródott pontokat a kiegyenlítő vonal egészen jól kifejezi. Érdekes, hogy ennél a vizsgálatnál is két kút (Cegléd és Izsák) meglehetősen eltér az összefüggéstől. A magyarázat az lehet, hogy Ceglédnél felül vastag humuszréteget jelöl a fúrási szelvény, amelynek vízáteresztőképességéről természetesen adatok hiányában közelebbit nem tudunk megállapítani. Izsáknál a legnagyobb víz a térszín közelében sárga agyagban van, a legkisebb víz pedig a fúrási szelvény szerint még szintén sárga agyagban helyezkedik el. Lehet, hogy ez a magyarázata az izsáki kútnál mutatkozó nagy eltérésnek.

A csapadék hatásában mutatkozó eltéréseket így az 5. ábra segítségével a talajviszonyok alapján is kimutattuk. Ennél a példánál is tehát az idő szerint változó csapadékok hatásában mutatkozó eltéréseket egy, a hely szerint változó tényezővel, a kutanként megbecsült áteresztőképességi együtthatóval tudtuk kapcsolatba hozni. Ez a kapcsolat biztató kezdetét jelentheti a talajvízkutatásoknál a talaj fizikai jellemzőinek számításbavételére. Nyilvánvaló, hogy minél több ilyen kapcsolt idő- és helyszerinti vizsgálatot tudunk sikeresen befejezni, annál nagyobb eredményt várhatunk a talajvízállások változásának meghatározásánál.

Az elmondottakkal kapcsolatban lényeges még egyszer hangsúlyoznunk, hogy vizsgálatainkat a tavaszi maximális középvízállásnak az őszi minimális havi középvízállással, valamint a fagymentes és téli hónapok csapadék-összegeivel, végül pedig a téli hónapok átlagos léghőmérsékletével való kapcsolat alapján végeztük. Ez a körülmény abból a szempontból lényeges, mert a csapadék hatását, vagy a hőmérsékletek befolyását és ezeknek hely szerint mutatkozó eltéréseit nyilván még rendkívül sokféleképpen vizsgálhatjuk.

Arra is rá akarunk mutatni, hogy a talált összefüggésekben mutatkozó nagy szóródások elsősorban az így választott vizsgálatból származó kötöttségeknek lehet a következménye. Az áteresztőképesség pontosabb ismeretében, ha nem egy tavaszi maximális előrejelzési számításból indulunk ki, hanem közvetlenül a talajvíztükör változását vesszük figyelembe, biztosabb alapokon nyugvó eredményeket kaphatunk. Ugyanez fennáll a talajvíztükör terepalatti mélységére vonatkozó eredményeinkre is.

Végül az is nyilvánvaló, hogy mivel a csapadékok hatásában mutatkozó eltérések egyrészt a talajvíztükör terepalatti mélységétől, másrészt pedig a »k« áteresztőképességi együtthatótól is függenek, *jobb kapcsolatot remélhetünk, ha mindkét tényező hatását együttesen vesszük figyelembe.* Erre vonatkozó újabb vizsgálataink most vannak folyamatban.

Ezeket figyelembevéve bátran mondhatjuk, hogy a nyert kapcsolatokban mutatkozó nagyobb eltérések ellenére is biztosnak látszó kapcsolatokat sikerült meghatározni.

Az alföldi talajvízállás-változások vizsgálatának módszertani kérdéseit — véleményünk szerint valamiképpen ebben az irányban — vagy ehhez hasonló

elgondolások szerint kell tanulmányoznunk. Az ismertetett példák természetesen csak egy-egy kis részét világítják meg ezeknek a módszertani kérdéseknek. Mindenesetre megítélésünk szerint ráirányíthatják a kutatók figyelmét olyan utakra, amelyek az eddigi vizsgálatoknál jobb és megbízhatóbb eredményekhez vezetnek majd.

Mint a példák is mutatják, a talajvízállásokat befolyásoló tényezőket tulajdonképpen csak módszertani szempontból osztottuk két csoportra, mert hiszen a vizsgálatok nemhogy elkülönítették volna az idő és hely szerint változó tényezőket, hanem azokat éppen összekapcsolták. Az összekapcsolás folytán az eddigi kutatásokat a többszörös ok és okozati viszony elvének megfelelően újabb együttes vizsgálat formájában lehet majd elvégezni.

Tanulmányunk a *Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben* készült. A szükséges számítások elvégzésénél, az ábrák megszerkesztésénél, valamint a kézirat leírásánál és javításánál *Keresztury Károly, dr. Rajnavölgyi Géza, Szarka Elemér, Balogh Géza* és *dr. Kovács Zoltánné* kartársak voltak segítségemre.

IRODALOM

Bogárdi J. : Korrelációs számítás és alkalmazása a hidrológiában. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 1952.

Bogárdi J. : A csapadék és hőmérséklet hatása a talajvíztükör változására. — A Magyar Tudományos Akadémia Közleményei, V. kötet 4. szám, 1952.

Csuprov A. : Grundbegriffe und Grundprobleme der Korrelationstheorie. — G. B. Teubner kiadása, 1925.

HOZZÁSZÓLÁSOK

MÁTRAI ISTVÁN

Javasolja, hogy a vízszintváltozásokat a talajvíz térfogatváltozásával kapcsolatban is vizsgálják meg. Itt természetesen a talaj hézagterefogatát is figyelembe kell majd venni. A bemutatott vizsgálatoknál mutatkozó eltéréseket, véleménye szerint, az alföldi igen változó talajösszetétel okozza.

MOSONYI EMIL lev. tag

Azoknál a vizsgálatoknál, ahol nem előre megállapított fizikai-matematikai összefüggésekkel dolgozunk, hanem valószínűségi, gyakorlati kapcsolatokkal és összefüggésekkel, a legnagyobb óvatossággal kell eljárni. Könnyen helytelen következtetést vonhat le az ember, ha az ábrázolásnál a szóródó pontokat összeköti az ábrákon. Helyes az, hogy ezek nem görbék, hanem a pontsorok között valami vélt irányzatok.

Az egyik legégetőbb kérdés, hogy azok, akik a talajvízkérdéssel foglalkoznak, megállapítsák, melyek legyenek azok a döntő X_1, X_2, X_3, X_4 és X_n tényezők, amelyekről függővé tesszük, vagy valóban függ a keresett Y mennyiség, a talajvíztükör-állás. Ebben az irányban bizonyos minőségi vizsgálatokat kell végezni.

De ezen kívül lehetnek még olyan tényezők is, amelyek lényegesen befolyásolhatják a talajvíztükör kialakulását, és még nem voltak figyelembe véve. Ilyen lehet a terepet borító növényzet hatása. Kérdés az, hogy a talajvízből mennyit fogyaszt el a növényzet. Minél finomabb talajszemcsékről van szó, annál szorosabb kapcsolatban áll az al- és feltalaj között kapillárisan mozgó víz és annál hamarább kaphatunk esetleg kapcsolatot a növényzettel, a növényzettel való borítottsággal és a növényzetnek az élettartamával.

Ha a legdurvább szemcséjű halmazoktól — ami elképzelhető — lemegyünk a legfinomabb szemcséjű halmazokig, a fokozatos átmenetben még egy olyan jelenség szerepel, amely az egyik határértéknél erősen érvényesül, a másiknál nem. Ez pedig az, hogy a helyi talajvízszint alakulását befolyásolja a másik helyen lévő talajvízalakulás, vagyis a másik hely csapadékmennyisége. Ha durva a szerkezet, akkor ez a hatás erősen érvényesül, ha finom, akkor nem érvényesül, mint ahogyan utóbbit illetően előadó is kimutatta, hogy a finom szerkezetű alföldi talaj egyes helyein a talajvíztükör egészen hozzásimul a felszínhez, azzal párhuzamosan emelkedik, tehát ott lényegében átszivárgási hatás nem mutatkozik.

A talaj áteresztőképességének befolyását mindenki döntőnek látja, csak nehéz figyelembe venni. Ezért nem magát a k tényezőt kellene egyik korrelációs változónak venni, hanem annak valamilyen függvényét, illetőleg ebből és a geológiai viszonyokból kifejezett valami komplex együtthatót. A talajvíz áramlását olyan esési viszonyok között vizsgáljuk, amelynek nagyságrendje megfelel a tényleges esésnek, a talajvíztükör-esésnek az Alföldön.

NÉMETH ENDRE

Az előadás példa arra, hogy azt a nehéz és bonyolult kérdést, amely a tavaszi talajvízállás előrejelzésére irányul, hogyan lehet jó irányba terelni.

Hogy azonban jó választ is adhassunk rá, ahhoz nemcsak az szükséges, hogy jó matematikai eljárásunk legyen, hanem az is, hogy az az adathalmaz, amelyre alkalmazzuk ezt a matematikai eljárást, megbízható és a célnak megfelelő legyen.

Kérdés, hogy azok az adatok, amelyeket előadó a feldolgozásnál felhasználott, megfelelő összhangban vannak-e egymással, pl. a csapadék és a kút helye.

A k tényező használatát itt nem tartja helyesnek. Sokkal inkább helyesnek tartaná in situ végezni bizonyos megfigyeléseket, akár a Müntz és Lainé, akár más tökéletesített eljárással a víznyelőképesség meghatározására, mert ez sokkal közelebb van ahhoz, hogy felvilágosítást adjon a csapadék beszívására, mint egy laboratóriumi megállapítás a kivett mintán. Tulajdonképpen egy víznyelő görbét kellene megrajzolni, hogy azon a helyen miként szokott a vízzel való telítődés bekövetkezni és azután ennek a víznyelő görbének a segítségével megállapítani egy olyan adatot, amelyet be lehet vonni a korrelációs számításba.

Pár esztendővel ezelőtt foglalkozott a sokévi átlagos középhőmérséklet és a sokévi átlagos talajvízszintmélység közötti összefüggés megállapításával. Ha az egyik tengelyre felrakta a talajvízszint sokévi átlagos mélységét, a másikra pedig a hőmérsékletet, akkor a pontok egy ellipszis körül helyezkedtek el. A téli vízállás ugrott csak ki jobban az ellipszishöz. Megállapított egy középértéket mind a hőmérsékletre, mind a talajvízmennyiségre vonatkozóan, és ez a középérték volt az ellipszis középpontja, a vízmélységeket pedig ennek százalékában fejezte ki. Ha így fejezi ki az adatokat, akkor kiesik a helyi méret és egy általánosan összehasonlítható formát kap. A pontok az egyes hónapok középértékeit jelentették, melyek az évi átlagos mélység százalékában kifejezve, az ellipszishöz közeleső pontsort adnak.

Ezt azért említette meg, mert könnyű kérdés, és könnyű feleletet is kapunk rá, azonban nem lehet praktikusán kellőképpen felhasználni. Ugyanis két olyan mennyiség van egymással kapcsolatba hozva, amelyeknél nincs nagy eltérés, ha közvetlenül a kút mellett vizsgáljuk a hőmérsékletet, vagy pedig valamivel távolabb, mert általában véve a középhőmérséklet nem nagy eltérést mutat.

Ismét hangsúlyozza, hogy az adatok összeválogatásánál kell nagy gonddal eljárni, hogy az adatok valóban egyneműek legyenek, vagy megközelítsék az egyneműséget. Csak abban az esetben lehet várni ettől a finom matematikai eljárástól olyan eredményt, amely kevesebb szórás-t mutat, mint ami az előadottakból látható. Ha pontosabb eredményt, kisebb szórás-t akarunk, igen jól meg kell választani az adatokat.

CSALA ISTVÁN

Nem a szakember, hanem a magyar dolgozó parasztság nevében kívánja méltányolni *Bogárdi János* kutató munkájának jelentőségét. Méltányolni kell, mert sok esztendőn keresztül érezte, hogy mit jelent a mezőgazdasági termelésre a talajvíz kritikus magassága és nem tudjuk kiszámítani, még valószínűsíteni sem, hogy a talajvíz mikor ér el olyan magasságot, mely már káros.

Ha figyelembe vesszük, hogy 1881-ben, 1915-ben, 1916-ban, 1940-ben és 1941-ben mennyi kárt okozott a talajvíz, megállapíthatjuk, hogy többre rúgott a terméskiesés emiatt, mint akár a legaszályosabb esztendőben, és az

alföldi falvakban és városokban a talajvíz magas állása következtében több épület pusztult el egyik ilyen vizes esztendőől a másigig, mint amennyi elpusztult tüzészet következtében.

1940—41-ben a parasztságnak már volt valami tapasztalata arra nézve, hogyan lehet a magas talajvízállás ellen védekezni. Ősszel a kutakban levő talajvíz magasságából következtettek arra, hogy ha télen csak közepesen csapadékos is lesz az időjárás, a talajvíz fel fog emelkedni olyan magasra, hogy tavasszal nem tudnak vetni. Ezért siettek ősszel elvetni a terményeket, így tavaszi árpa helyett ősziárpat, vagy a kukorica helyett búzát, és számításuk be is igazolódott.

Gyakorlati szempontból nem elegendő csupán a hőmérsékleti vagy csak a csapadékviszonyokat tekintetbe venni. Éppen a legkritikusabb időpontokban, amikor a talajvíz magassága a termelési munkákat veszélyeztette, ezekből következtetni nem lehetett. Nem tudták, hogy még milyen tényezők befolyásolják a talajvíz magasságát, de még a szakemberek sem tudták.

Megfigyelték, hogy hajlatosabb vidéken, ahol a víz színe felett csak 40—50 cm látszott ki az ásott kutak falazásából, hosszabb 40—50 mm-es esőzés után is alig emelkedett a kútban a víz. Ugyanakkor egy másik, partosabb helyen, ahol 1,5 m mélyen volt a talajvíz tükre, 120—130 cm-rel is emelkedett. Csupán hosszabb tapasztalat után tudták megállapítani, hogy egy kritikus időszakban milyen magasra emelkedhetik a talajvíz.

Nagyon jóleső érzés most a dolgozó parasztok százazrei részére, hogy a Tudományos Akadémia elméleti munkássága révén olyan módszerek kidolgozására törekszik, amelyekkel meg lehet állapítani, hogy tavasszal a talajvíz maximuma mikor fog elkövetkezni és mennyire fog felemelkedni.

LAMBOR JULIÁN.

a varsói Hidrológiai és Meteorológiai Intézet igazgatója: A talajvízállás-változások vizsgálatánál, az ú. n. biológiai tényezőt feltétlenül figyelembe kell venni. Érti ez alatt a növényzetnek a talajvízállás-változására gyakorolt hatását. Lengyelországi példákat említ az 1950., 1951. és 1952-es évekről, amikor a talajvízszin-változásoknál a csapadék mellett a növényzet hatását is kimutatták.

LAMPL HUGÓ

Amikor a talajvízszinalakulás vizsgálatánál széleskörű összefüggésről van szó, amelynél igen sok tényező okozza a talajvíz változását, akkor rendkívül nagy munka kikeresni, hogy melyik tényező a valódi és melyik a nagyobb súlyú.

A munkát egy javaslattal kívánja megkönnyíteni. Javasolja, hogy a kérdést először ne országos vonatkozásban kutassuk, bár az észlelések folyjanak tovább, hanem válasszunk két helyet, egy olyant, ahol homokról és egy olyant, ahol kötöttebb talajról van szó. Ezekben a helyeken az évek során grafikusán rakjuk fel a talajvízváltozást és az azt befolyásoló tényezőket, a csapadékviszonyok, a hőmérséklet, a talajfagyottság stb. változását. Ha ezeket a grafikonokat megnézzük, akkor külön lehetne választani azokat a tényezőket, amelyekkel érdemes foglalkozni.

RÓNAY ANDRÁS

A talajvíztükör vertikális mozgásának vizsgálatánál eddig úgyszólván minden összefüggésről, amelyet feltételeztünk, kiderült, hogy nincs. Ez nem azt jelenti, hogy az eredmények rosszak, mert ha minden negatív eredményt kirostálunk, akkor megmaradnak a pozitív eredmények. Fontos, hogy kikutassuk a feltételezett összefüggéseket, akkor is, ha azok egyáltalán nem állanak fenn, vagy azok között a feltételek között, amelyek között vizsgáltuk őket, nem érvényesülnek.

Még azok a látszólag pozitív eredmények is, amelyeket éppen *Bogárdi* az előrejelzés terén elért, még azok sem teljesen meggyőzőek. Ha a talajvízmozgásnak a napi, szezonális és hosszú idejű hullámmozgásai rövidebb idő alatt valami összefüggést mutatnak, akkor a görbe bármelyik pontjáról több-kevésbé biztosan következtethetünk egy következő pontra, de nem következtethetünk a különleges időjárási viszonyok által támasztott zavaró jelenségek hatására a görbén, és a nem periódikus mozgásokra, amiket eddig még nem tudtunk biztosan kinyomozni.

A további vizsgálatokat egy másik vonalon látná szükségesnek. Nem vagyunk eléggé figyelemmel a talajvíz tényleges mozgására. Ha egy meteorológiai állomás csapadékadatáiból következtetni akarunk a talajvízmozgásra, akkor — ha hosszú pályán végez a talajvíz horizontális mozgást — a helyi csapadék hatását nem azon a helyen, hanem valahol messzebb fogjuk megtalálni. Ha tehát a helyi hatást nem találjuk meg, bizonyára megtaláljuk 10—20 km távolságra.

Ezért meg kellene állapítani, hol vannak a beszivárgási területek, hol vannak csapadékgyűjtő területek, mert ezeknek lefolyásuk van a peremeken. Sík vidéken a lazatalajú felszíni beszivárgási területen keresnünk kell, hogy merrefelé mozoghat a talajvíz. Minthogy az eddigi kutatások kimutatták, hogy a talajvíztükörben igen erőteljes esések lehetségesek, az erőteljes lejtőn mozgó talajvizet kell vizsgálni, hogyan és merrefelé mozoghat. Ezért egész sor kútra kellene vizsgálni az összefüggéseket, a csapadékviszonyokat, nemcsak az állomás körül, hanem attól messzebbre is. A feltételezett lejtők irányában sorra kellene kiválasztani a kutakat és sorra vizsgálni vajjon a csapadék hatása mutatkozik-e vagy sem, és ha mutatkozik, mennyi időbeli késleltetéssel. Ehhez geológiai kutatás kell, mert az eddigi geológiai feltételek még nem elégségesek, részletes helyi vizsgálatokra is van szükség.

SÜMEGHY JÓZSEF

Az előadó azt állította, hogy nem látott összefüggést a talajvízmozgás és a hidrológiai egységek között. Szerinte mindenütt kimutatható ez az összefüggés. Pl. a Nyírség területén, az ősi Hernád-Sajó törmelék-kúpján, a Mátra vidékén megvan az összefüggés. A Cserhátnál szintén látható. A bemutatott százalékos térképen megtalálható az ősi Duna-vidék a maga homokhordalékával. Vagy ott van a Körösök vidéke, a Maros törmelék-kúp csoportjának területe. Mindez a százalékos térképen mint benyúló rész jelentkezik, és jól láthatók az elválasztó vonalak is. Vagy itt van a Tisza, a Berettyó—Körös mély vonala, amelyek felé a talajvizek mozognak. Ezek a hidrológiai egységeket tökéletesen mutatják.

SALAMIN PÁL

Mezőgazdasági szempontból a talajvízszint tavaszi emelkedésének előjelzési feladatát, a magas talajvízszintek gyakoriságát és az agro- és hidrotechnikai eljárások jövőbeni fokozottabb alkalmazásával járó fejlődésnek a talajvízgazdálkodásra való hatását kell vizsgálni.

A talajvízszint tavaszi emelkedésének előjelzése a belvízvédelemi szolgálat megszervezése szempontjából jelentős. A magas talajvízszintek gyakoriságának meghatározása a belvízrendezési, öntözési, fásítási tervezési munkánál nélkülözhetetlen. A talajvízgazdálkodás fejlődésének vizsgálata pedig mind az agro-, mind a hidrotechnikai eljárások fokozottabb bevezetésénél elkerülhetetlen. A talajkutató és a mezőgazdasági kutató szerint a talajművelési eljárások fejlesztésével bizonyos idő múlva eljutunk arra a fokra, amikor a leeső csapadék igen nagy részét közvetlenül a helyszínen hasznosíthatjuk, azaz a talajszerkezet úgy alakul át, hogy csak kis vízmennyiség folyik el, a talajba szivárgó víz pedig nem kerül le a mélyebben levő talajvízrétegbe. Ha eljutottunk ehhez a fokhoz, akkor a helyszínen talajvíz keletkezéséről tulajdonképpen nem beszélhetünk. A kérdés most már az, hogy az egész alföldi medence vizsgálata esetében a medence pereméről a medence belseje felé áramló vizek következtében további talajvízszint emelkedéssel kell-e számolni, vagy nem süllyed-e a talajvízszint túlzott mértékben. A hidrotechnikus a belvízrendezés, az öntözés és általában minden vízgazdálkodási művelet eredményeként várható fejlődést kell, hogy vizsgálja a talajvízgazdálkodás terén.

Ezután vázolja az általános jellegű talajvízkutatás két fő feladatát. Vizsgálni kell a számtalan hidrológiai tényező eredőjeként jelentkező lefolyási tényező változását és szerepét a talajvíz keletkezésénél, és vizsgálni kell a talajvízmozgás törvényeit abban a hatalmas térbeli rendszerben, amelyben alföldünk vizei mozognak.

A talajvízmozgás törvényeinek tanulmányozásánál foglalkozni kell a felhalmozódás jelenségével és feltétlenül elkülönítve kell vizsgálni a közvetlen helyi hatást és a távoli hatást.

Az egyik kutatási irányvonal tehát a felhalmozódás jelenségének jobb hangsúlyozására vonatkozik. A talajvízszint-változást ábrázoló görbék tulajdonképpen tározási görbék, azért az összehasonlításakor a csapadékmennyiségeket is összegeznünk kell ugyanezen időszak alatt. Vagyis nem idősort, hanem összeggörbét kell ábrázolnunk. A csapadékértékek összegezését ott kezdjük el, ahol a talajvízállások idősorának felrajzolását elkezdtük.

A másik kutatási irány nagykiterjedésű területek talajvízszintjének ingadozásával kapcsolatos távoli hatások kimutatására vonatkozik. Nagy területek vizsgálatánál lehetőleg nagy számú talajvízszintkút adatait gyűjtjük össze, és ezt az adatgyűjteményt a távoli hatás szempontjából szóbajöhető egyéb hidrológiai adatsorokkal hasonlítjuk össze. Pl. a Tisza medencéjének tanulmányozásánál a síkságon levő talajvízszintkutak észlelési sorozatát hasonlítjuk össze a Tiszán levonuló vízmennyiségek összegvonalával. Ez az összegvonal közvetlenül ugyan a leeső és a beszivárgó vízmennyiségek különbségét mutatja, de mindenképpen kapcsolatban kell, hogy álljon a beszivárgással is, és így közvetve a Tisza teljes vízgyűjtőjén a beszivárgást is jellemzi.

UBELL KÁROLY

A hely szerint változó tényezők hatásának megvilágítására két olyan példát mutat be, melyeknél a hidrogeológiai adottságok révén sem felszíni vízfolyás, sem nagyobb mértékű földalatti vízáramlás nem befolyásolja a talajvíztükör elhelyezkedését.

Az első példa két egymás mellett elhelyezett, két különálló vízvezetőréteget megcsapoló kút vízállás-változásait hozza összefüggésbe a helyi meteorológiai tényezőkkel. Az eredmények azt mutatják, hogy a második, mélyebben fekvő rétegben beállott változások jellemzőek az egész területre, mert a második réteg a kúttól nem messze a felszínre kerülő, s az egész környékre jellemző durvaszemcséjű homokból áll, s így ennek a rétegnek a vízszintváltozása mutatja a homokba beszivárgó helyi csapadék hatását.

A példa rámutat arra, hogy ha a talajvízállás-változást befolyásoló helyszerinti tényezőket akarjuk figyelembe venni, akkor tökéletesen ismerünk kell a terület hidrogeológiai felépítését és a rétegek talajfizikai jellemzőit. Ezek ismeretében azokat a kutakat kell az illető hely jellemzésére kiválasztanunk, amelyeknek *szűk környezetében a befolyásoló tényezők az egész terület átlagos tényezőivel megegyeznek.*

A másik példában a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet kísérleti telepén sűrű egymás mellett elhelyezett észlelőkutakban beállott talajvízállás-változásokat ismerteti. A telep egész területe egységes hidrogeológiai adottságokkal rendelkező terület, s mégis a kutakban észlelt talajvízállás-változások időben eltolódva jelentkeznek.

A talajvízállás-változás időbeli eltolódása a kutak egészen szűk környezetére vonatkozó domborzati viszonyoktól is függ, mert hacsak nem durvaszemcséjű kavicsról van szó, a talajban fellépő erős súrlódási erők hatására a statikus kiegyenlítődés csak hosszabb időszak után lehetséges. A *különböző mértékű* talajvízállás-változások a rétegek időben is változó különböző értékű szabad hézagterfogatának a függvényei.

A két példa alapján is a további kutatásoknál arra kell törekedni, hogy egészen pontosan meghatározzuk azokat a befolyásoló tényezőket, melyek a kutak egészen szűk környezetétől függenek.

Ezért

1. az észlelő kutakat úgy kell kiképezni, hogy csakis egy vízvezetőrétegnek a vízállás-változásait mutassák,
2. ismerni kell a pontos réteghatárokat és a rétegek talajfizikai jellemzőit,
3. ha egy kút a második vagy harmadik vízvezetőréteget csapolja meg, akkor fel kell deríteni, hogy a felette elhelyezkedő vízzáró réteg nagyobb kiterjedésű, vagy pedig a vízvezetőréteg már a kút környezetében összeköttetésben van a talajfelszínnel.

Ha az a réteg, amelyben a teljes vízjáték végbemegy, nem homogén, hanem különböző struktúrájú rétegekből áll, akkor figyelembe kell venni, hogy mikor, melyik rétegben helyezkedik el a talajvíztükör.

MAZALÁN PÁL

Ritkán hallunk a mozgékonyági tényezőről, amely a külföldi irodalomban már 15 év óta részletes eredményeket mutat. Ez a nedvesíthetőséggel, tehát a hydrophog-karakterrel függ össze. Olyan kőzetekben vagy legalábbis olyanak vélt kőzetekben, amelyek a vizet nem szeretik, a vízmozgás könnyebb, mint

a hydrophog-közetekben, amelyek tapadó víz formájában fogva tartják a vízrészecskét, és ezzel megszűkítik a tényleges használható és szabad térfogatot.

Az a vízmozgás, amely a finom szemcseszerkezetű homokban végbe-megy, főleg molekuláris hatásoknak tulajdonítható. Az ásványi összetétel befolyást gyakorol a mozgékony-sági tényezőre és a nedvesíthetőségre. Ha pl. egy kvarcszemet és azon a molekuláris hatás folytán kialakuló vízcepp formáját vesszük szemügyre, a határszög az, amely a víz mozgását befolyásolja. Viszont, ha ugyanabból az anyagból készült lemez felületére szennyező anyagot teszünk, a vízceppnek más lesz a formája, más lesz a határszöge. Ez az egyik x_n paraméter, mert ez a tényező a vízszintváltozás folytán szintén változik. Nagy jelentőséget tulajdonít annak, hogy ezt a tényezőt mikro-szivárgások formájában vizsgálat tárgyává tessük. Ezek a szivárgások lassúk, csak mm nagyságúak, mégis elhatározó befolyást gyakorolnak a mindenkori talajvíz-szint kialakulására.

Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a talajvízszint magasságát nem lehet egyszerű, egyfázisú szivárgásnak tekinteni. Ott van a levegő, ott vannak az abszorbeált gázok, amelyek ugyancsak kapilláris, tehát felületi feszültség-jelenségek alapján különbözőképpen alakítják ezt az érintkező határfelületet. Ennek a határfelületnek tanulmányozását javasolja, hiszen azzal, hogy egy talajvíz csak lassan mozog, és lehet, hogy kolloid-szemcséket nem is képes szállítani a kis sebességnél fogva, olyan anyagokat, abszorbeált gázokat, így levegőt képes magával vinni, melyek nagy befolyást gyakorolnak a talajvízszintalakulás összefüggésének megtalálásában.

BOGÁRDI JÁNOS válasza a hozzászólásokra

A hozzászólásokból kiderült, hogy a kutatók azokkal a vizsgálatokkal, amelyeket a talajvízszint-változások törvényszerűségének megállapítása érdekében megindítottunk, általában egyetértenek. Azonban néhány ellentmondás is kiderült. Kitűnt, hogy nincs meg a szoros együttműködés, de talán még a laza együttműködés sem, a műszaki és a geológiai kutatások között.

A hozzászólók azonban nagyon sokat kívánnak. A legtöbb hozzászólás mint hiányosságot említi meg, hogy egy második, harmadik, sőt negyedik tényezőt is figyelembe kellene még venni. Ezeknél a kérdéseknél azonban szem előtt kell tartani, hogy a talajvízmozgás törvényszerűségeinek kutatása a legfiatalabb tudományág Magyarországon, mert a rendszeres észlelések csak 10—15 évvel ezelőtt indultak meg. Kiterjedt vizsgálatokhoz pedig legalább 10—15 év észlelési anyaga szükséges, hogy valami következtetést vonhasunk le.

Tény az, hogy eredményt is kell adnunk a tudomány továbbfejlesztése mellett, és a vizsgálatokat először azokkal az adatokkal kellett elvégezni, amelyek rendelkezésre álltak. A szempontok folyton bővülnek, mindig új és új tényezők kerülnek felszínre, amelyeket a jövőben mind figyelembe kell vennünk.

AZ ARTÉZI KUTAK PROBLÉMÁI

SCHMIDT ELIGIUS RÓBERT

Hazánkban már 1825 óta folynak elszórta kisebb vízfúrési és kútúrési kísérletek, a komolyabb kútúrési tevékenység azonban csak a múlt század 60—70-es éveiben Zsigmondy Vilmos bányamérnök sikeres harkányi, margitszigeti, lipiki, alcsuti, ránkherlányi és főleg az 1868—78 között lemélyített, 970,48 m mély városligeti kútúrásaival indult meg. 1879-ben készült el a püspökladányi vasúti állomáson az Alföld első jelentősebb gázos artézi kútja és egy évre rá, 1880-ban Hódmezővásárhelyen az első alföldi artézi közkút. 1886-ban még csak 56 kész és 6 munkában álló alföldi artézi kutat tartottak nálunk nyilván. Zsigmondy példamutató és korszakalkotó működése nyomán azonban ország-szerte megindult a kútúrési tevékenység, amely értelmes és vállalkozó szellemű kisiparosok kezén csakhamar virágzó iparrá fejlődött. Ennek eredményeként 1895-ben már 1087 artézi és fúrt kutat, továbbá 59 vizét vesztett és 179 eredménytelen fúrást tartottak nyilván Magyarországon. 1911-ben 3000-re becsülték az alföldi artézi kutak számát. 1935-ig 6000-re emelkedett az Alföld magyar területére eső és nyilvántartott kutak száma, a valóságban azonban ennek háromszorosára volt becsülhető az ország egész területén lefúrt kutak száma. Ma 13 000 pozitív és negatív artézi kutat tart a Földtani Intézet Víz-földtani Osztálya nyilván, tényleges számuk azonban kb. 20 000-re becsülhető. Ez idő szerint évente átlag 500 fúrt kút készül kb. 60 000 fm összmélységgel. Az igények azonban ennél jóval nagyobbak, úgyhogy a jövőben az artézi kutak számának még rohamosabb növekedésével kell számolni.

E nagyarányú fejlődés megindulása a multban három körülményre volt visszavezethető: egy közegészségügyire, egy gazdaságira és egy fúrástechnikaira. Az artézi kútúrásokkal feltárt mélységbeli vizek ugyanis félreismerhetetlenül kimutatható módon gátat szabtak az Alföld népét évszázadok óta pusztító és főleg az egészségtelen, fertőzött ivóvíz használatától származó népbetegségeknek, úgymint a különböző gyomor- és bélhurutoknak, a tífusznak, a vérhasnak stb. Az artézi kutak lehetővé tették továbbá addig vízszegénynek ismert vidékeken is vízigenyes iparágak kifejlesztését. Visszavezethető végül arra a kútúrásstechnikai fejlődésre, amelyet az 1890-ben Hódmezővásárhelyen a Bauer-féle gőzmalom artézi kútúrásakor nálunk először használt vízöblö-

getéssel járó és szárnyas fúróval való fúrási eljárás bevezetése jelentett. Ez a módszer ugyanis kis átmérőjű és gyors fúrást téve lehetővé, egyszerre negyedére csökkentette le a kútfúrési költségeket.

Amilyen áldásos volt azonban, különösen kezdetben, ennek a módszernek a bevezetése és általános elterjedése, olyan hamar jelentkeztek hátrányai is. A nagyobb haszon egyrészt mind nagyobb mélységek elérésére ösztönözte a vállalkozókat, miközben megvizsgálatlanul jó, sőt igen jó vízáadó réteget fúrtak át, majd ennek elleplezésére nem szolgáltatták be a valódi rétegmintákat és adatokat. Másrészt egyes kontár vállalkozók, a nagy versengés közben, mind kisebb átmérőjű és mind gyengébb minőségű csövek használatára tértek át. Az Alföldön általában 1—3 hüvelykes átmérőjű csöveket alkalmaztak és leggyakrabban a 2 hüvelykes csöveket használták. Ezek a csövek megnehezítették, sőt lehetetlenné tették megfelelő szűrőszerkezet beépítését. Kút- és fúrócsövek helyett pedig gyakran gázcsöveket, sőt ócska, kiselejtezett kazánforrcsöveket is igénybe vettek, amelyeket jól-rosszul összehegesztve építettek be a fúrt lyukba. Az ilyen kutak élettartama természetesen, nagyon rövid, sokszor alig néhány év. A csövek hamar kilyukadnak, tönkremennek, vizük fertőződik, elapad, kisebb nyomás alatt álló szintekbe szivárog el. Jórészt a fent vázoltak okai annak, hogy az ország és egyes tájegységeink vízföldtani adottságairól — annak ellenére, hogy eddig közel 3 000 000 fm-t fúrtunk le vízre — még mindig nagyon hézagosak az ismereteink.

*

Ma sem tudjuk például biztosan, pótlódik-e és ha igen, hogyan, milyen úton és milyen mértékben a megcsapolt szintek artézi vize. E téren a gyér megfigyelések mellett nagyrészt még mindig elméleti okoskodásokra és találgatásokra vagyunk utalva.

Az Alföld É-i és K-i peremhegységeinek lábához támaszkodó törmelékkúpok valószínűleg jelentős folyó- és csapadékvizet vezetnek az Alföld belseje felé lejtő rétegösszletekbe. Erre utal egyrészt e rétegek viszonylag nagyobb vízszolgáltató-képessége, másrészt az a körülmény, hogy ott, ahol e rétegösszletek nagyobb távolságra követhetők voltak, a térszínen kibújó réteg főkmorfológiai helyzete és az artézi víz felszállási magassága között a közlekedő edények törvényszerűségének megfelelő hidrosztatikai összefüggést lehetett megállapítani (pl. a Körösök törmelékkúpján és Szabényi szerint Petőfi-bánya vidékén). Ezzel az összefüggéssel egyes esetekben jól meg lehet magyarázni úgy a mélységgel növekedő, mint a lefelé csökkenő nyomást is, mert közvetlenül a víznyelő rétegfők térszíni helyzetével hozható kapcsolatba. Hasonló hidrosztatikai összefüggés alapján az Alföld egyes területein csapadékból, illetve talajvízből való vízutánpótlást is valószínűsíteni lehetett (pl. Szabényi Hódmezővásárhely környékén).

Számos adat azonban határozottan arra utal, hogy különösen egyes mélyebb rétegösszletekben fosszilis víz tárolódik. Így a terresztrikus rétegek-

ben édes, a brakkvízűekben gyengén sós, a tengeri származásúakban pedig bróm- és jódtartalmú, erősen konyhasós vizek. Ez a körülmény — legalább is ezekben a mélységekben — nem tesz túl élénk vízmozgást, vízkicserélődést, vagyis vízutánpótlódást valószínűvé. Éppúgy, mint az a tény sem, hogy egyes vízáadó rétegeket túlzottan megcsapolva, azok nyomása és vízszolgáltató-képessége csökken. Példa erre Versec, Gyula, Mezőberény, Szarvas vagy akár Hódmezővásárhely, Szeged és Budapest-Kőbánya esete is.

Az E. Suess-féle juvenilis, vagy akár a Gautier—Weszelszky—Pávai-féle dehidrációs elmélet nyomán sokszor szerepel az irodalomban az alulról származtatott vízutánpótlás feltevése is. Egyes adatok támogatni látszanak egy ilyenféle gondolatmenetet. Az Alföld mélyebb talajában nemcsak a káspi-brakk, de édesvízi és szárazföldi képződményekben is, a földigázzal együtt, helyenként (pl. a Hortobágyon) kifejezetten konyhasós, jód- és brómtartalmú, tehát tengeri eredetre utaló víz fordul elő. Fel kell tehát tételeznünk, hogy a sós víz a vele genetikai kapcsolatban álló földigázzal együtt a mélyebben fekvő tengeri képződményekből vándorolt fel.

A felfelé való vándorlásnak a lehetősége azonban nem mindenütt áll fenn. Inkább csak töréses, kiékelődő, egymással vertikális irányban kommunikáló zónákhoz kötött és ott jut érvényre, ahol a vizet ebben a mozgásban a gáz és a hőmérséklet sűrűségkritikáló szerepe hathatósan támogatja.

Az artézi víz utánpótlásánál azonban a kőzetek tömörüléséből, a pórus-térfogat csökkenéséből, vagy akár a kőzeteknek nyomás és hő hatására való átalakulásából származó víznek nem lehet lényeges szerepe. Az Alföld sülyedése a pannonban átlag kb. évi 0,1 mm-nek felel meg. Ez azt jelenti, hogy km²-ként 0,6, legfeljebb 1 l/p vizet képes leadni. Ez viszont túl kicsi érték ahhoz, hogy az artézi kutakkal megcsapolt vízveszteségek pótlásánál számba jöhessen. Ebből a szempontból az előbb említett vízutánpótlási módoknak feltétlenül nagyobb szerepük kell legyen. De hogy ez sem kielégítő minden esetben, azt világosan mutatják az artézi víz nyomáscsökkenésére és vízhozam-apadására felhozott példák.

*

Az artézi vizek kémiai összetétele, nevezetesen összes szilárd maradéka és sótartalma — miként erre egyébként már többen is rámutattak (Schmidt 1935—47, Szádeczky 1941) — nagy mértékben függ a befogadó kőzet kor- és fáciesviszonyaitól.

Az Alföld esetében a holocén-pleisztocén-kori homokos kavicsos rétegek — különösen élő folyók mentén vagy régiek törmelék-kúpján — sokhelyütt kitűnő szűrt vizet tartalmaznak. A felső rétegek helyenként változó, néha kemény, lúgos, sőt szennyezett vizet is tárolnak.

A levantei-kori rétegek általában jó, de gyengén nátriumhidrokarbonátos vizet szolgáltatnak.

A pannon-kori üledékek — különösen az Alföld belsejében — konyhasós hidrokarbonátos vizeket, míg a miocén és ennél idősebb, tengeri eredetű rétegek kifejezetten konyhasós vizeket szolgáltatnak.

Az oligocén általában agyagos és vízszegény. Inkább csak felső része tartalmaz homokos rétegeket és ezekben gyakran erősen sós vizet.

Az eocén-kori képződmények jórészt mészkőből, míg a mezozoós rétegek túlnyomóan mészkőből és dolomitből állanak és általában kitűnő, bár kissé meszes és kemény karsztvizet, tehát rem fosszilis vizet tárolnak.

Fentiekből és az Alföld medence-jellegéből adódik, hogy artézi vizeink a mélység felé haladva egyre koncentráltabbak és nagyobb konyhasó-tartalmúak. Tekintettel pedig az Alföld alacsony geotermikus grádiensére (16—20 m/1 C°) egyben rohamosan nagyobb hőmérsékletűek is.

Erre, továbbá a nagy fúrási és csövezési költségekre való figyelemmel, mindenképpen indokolt az ivóvízellátásnál elsősorban a magasabb, pleisztocén- és levantei-kori, ahol pedig utóbbiak nincsenek kellőképpen kifejlődve — mint pl. az Alföldnek a Körösöktől É-ra fekvő részén — a felső pannon-kori artézi víztartókat igénybe venni. A kisebb mélységű fúrások műszaki és gazdasági előnyeit újabban Bélteky Lajos is nyomatékosan kihangsúlyozta.

*

Az artézi kutak teljesítőképessége — egyébként azonos viszonyok mellett is — nagy mértékben függ a vízszolgáltató réteg szemcsenagyságától és szerkezetétől, a térszín tengerszintfeletti magasságától, valamint az artézi víz gáztartalmától. Különösen kedvező ott, ahol a három tényező közül egyszerre több is érvényre jut.

Az Alföld É-i peremhegységének lábánál elterülő törmelékkúpok, terrasz-kavicsok, éppúgy, mint keleten a Körösök és délkeleten a Maros törmelék-kúpjának durva üledékei általában jó vízszolgáltatók.

A mélyebb térszín következtében a Duna mentén, valamint különösen a Tiszántúl D-i részén általában igen jók az artézi víz viszonyok. A Duna-Tisza közti hátságán, valamint a Nyírségen viszont lényegesen gyengébbek.

Mindkét tényező együttes hatását tapasztalhatjuk a Duna kisalföldi törmelékkúpjai, illetőleg terrasz-kavicsai esetében.

A tiszántúli gázos területeken viszont a gáz »fajsúlyt« ritkító hatásának jut nagy szerep a vízhozam növelésében. Különösen ott, ahol ez alacsony térszínnel, esetleg durvaszemcséjű víztartókkal is párosul.

A dunántúli dombos vidéken főleg a térszíni viszonyok szabják meg egy-egy vidék artézi vízzel való elláthatóságát és annak mértékét.

*

Az artézi vízzel való helyes gazdálkodás és takarékoskodás szükségességét már régen felismerték. Ennek megfelelően az artézi vízpazarlás meg-

szüntetését 40 év óta szorgalmazzák a vízjogi törvények, végrehajtási utasítások és rendeletek. Gyökeres javulást azonban egyik sem hozott, aminek főokát egyrészt abban látom, hogy — a 24.110/1939./VI. A. F. M. rendeletet kivéve — nem támaszkodtak megfelelő tanulmányokra és így megállapításaik sem voltak minden esetben helytállóak, másrészt abban, hogy nem tartalmaznak elég szigorú büntetőszankciókat.

Úgy a pozitív, mint a negatív artézi kutak is járhatnak vízpazarlással. A vízpazarlás veszély nélküli megszüntetésére alkalmas eljárások és szerkezetek elvi és gyakorlati problémái azonban ma már irodalmilag is tisztázottak. Csupán alkalmazásukról kellene megfelelő intézkedésekkel, ellenőrzéssel és folyamatos felvilágosító munkával gondoskodni. Nagyon kívánatos lenne továbbá, ha tervezőirodáink ezt a kérdést jobban felkarolnák és az önzáró szerkezetek és kútfők esetenkénti helyes méretezésével a maguk részéről is hozzájárulnának egyrészt a vízpazarlás eredményes és végleges kiküszöböléséhez, másrészt e szerkezetekkel szembeni bizalom helyreállításához.

A pozitív, tehát a térszínen túlfolyó és a negatív, vagyis a térszín alatt maradó artézi vizű kutak és önzáró szerkezeteik között nincsen elvi különbség, mind a kettő feszültség alatt álló vizet tár fel és azonos nyomás mellett lényegileg csak a telepítési hely tengerszint feletti magasságától függ, hogy a kút pozitív, illetőleg negatív-e. Egészen más elbírálást igényelnek azonban, különösen a Tiszántúlon rendkívül elterjedt ú. n. gázos artézi kutak. Addig ugyanis, míg a közönséges artézi kutak teljesítmény-görbéjét $Q = f(h)$ viszonyban egy egyenes képviseli — vagy a dinamikai ellenállásokat is figyelembe véve egy gyengén parabolikus görbe egyik ága — addig a gázos kutaknál ez egy kulmináló görbe. Ebből következik, hogy míg a közönséges artézi kutak hozama az ellenállás fokozatos növelésével — pl. a kifolyó szint emelésével — fokozatosan nulláig csökkenthető, addig a gázos kutak közül legalább is azoknál nem, amelyek csak gáztartalmuk révén pozitívek. A gázos kutak teljesítmény-görbéjének kulminációs pontja a lehetséges legnagyobb üzemi kiömlési magasságot és ehhez tartozóan a lehetséges legkisebb állandó vízhozamot képviseli. Ha az ilyen kutak hozamát — pl. helytelenül alkalmazott zárószerkezettel — egy bizonyos, kutanként változó, de egyben jellemző érték alá szorítjuk, a kút szabad kifolyása megszűnik és csak költséges eljárásokkal, hosszantartó szivattyúzással, kompresszorozással indítható meg újra. A gázos artézi kutak fenti sajátosságából azonban nem az következik, hogy azokat folytatni kell, hanem csupán annyi, hogy zárásukról természetüknek megfelelő módon kell gondoskodni. A mindenkor helyes fojtási mérték és szabályozási mód megállapítása tervező irodáink és kivitelező vállalataink feladata.

*

Az államosított kútfúró ipar egyik legfontosabb és legsürgősebb feladata, hogy kiküszöbölje azokat a műszaki és kútfúrástechnikai hibákat, amelyek

a multban abból származtak, hogy a kútúró iparosok az artézi kutak építésénél nagy mértékben elhanyagolták a hidrológiai szempontokat.

Mindenekelőtt törekednie kell arra, hogy mindenkor a kitűzött célnak és a várható földtani viszonyoknak megfelelő úróberendezésekkel és úrósi eljárásokkal oldja meg feladatait. Meg kell szüntetnie épp úgy a rosszul értelmezett takarékoságból, mint a túlzott nyereségvágyból származó hibákat. A kútúró iparban is teljes mértékben a szakszerűségnek és ami vele egyet jelent, a népgazdasági érdekeknek kell érvényesülniök. A kútkiképzésnél érvényesíteni kell a következő irányelveket :

a) Kutat telepíteni — különleges indok és kifejezett hatásági engedély nélkül — csak az igénybe vehető és a célnak megfelelő legfelső vízadó szintekre lehet.

b) Számba jövő vízadó rétegeket megvizsgálatlanul átfúrni nem szabad.

c) Kutat úróni csak megfelelő minőségű és méretű csövekkel szabad.

d) Az irány-, vagy vezércsövet visszahúzni nem szabad, azt az agreszív és fertőzött talajvíz kirekesztése céljából a úró lyukban kell hagyni.

e) Ha több csőszakatot használtak fel a kútúróhoz és anyagtakarékoság szempontjából ezek egyrészét vissza akarják nyerni, úgy ez csak úgy történhetik, hogy az egyes csőszakatokat megfelelő átéréssel teleszkópicusan kivágják, a csőközöket pedig megfelelően tömítik.

f) A szűrócsövet és szerkezetet mindenkor az adott vízföldtani és víz kivételi viszonyoknak megfelelően kell megválasztani és rétegvizek esetén vele a vízadó réteg egész vastagságát harántolni, alatta pedig homokfogót alkalmazni. Ktartóan vastag, homokos rétegek esetében engedhető meg az, hogy a szűrócső csak a réteg legdurvább szemcséjű részét harántolja, amennyiben e rész vízadóképesége a kívánt vízhozamnak megfelel. A szűrócsövet könnyen kicserélhető módon kell beépíteni, tehát bajonettkötéssel kell ellátni, vagy esetleg külön termelőcső esetén ezzel egybeépíteni.

g) Finomszemcséjű vízadó homok esetében lehetőleg mesterséges kavics-szűrőt kell kiképezni. Mégpedig egynemű anyag és 150 mm-nél nagyobb átmérőjű csövek esetében felülről beszórt megfelelő szemnagyságú kavics, különböző szemnagyságú vízadó homokszint esetében megfelelő ideig tartó, fokozatosan növekvő intenzitású és legfeljebb az üzemi vízkivételt 50%-kal meghaladó kompresszorozással.

h) A kútfej és a felépítmény legyen olyan, hogy a zavartalan és lökésmentes vízkivétel mellett az egészségügyi, az ellenőrzési, a kútjavítási, az építkezési és ha kell, egyéb, különleges követelményeknek is megfeleljen. További útmutatást e téren is a hazai artézikut-irodalom és az M. N. O. SZ. 5199—51. számú szabványfüzet nyújt.

Az artézi és fúrott kutakkal történő vízellátás megjavítása és folyamatos biztosítása érdekében feltétlenül módot kell találni a korszerű hidrológiai vizsgálatok megszervezésére és rendszeresítésére.

Mindenekelőtt egy-egy hidrológiai tájegységen, nagyobb fogyasztási helyen vagy erősebben igénybe vett vízadó szintre telepítve mintakutakat kellene létesíteni és azokat hidrológiai ellenőrzés alatt tartani. E mintakutaknál — de a lehetőség szerint a többi artézi kútnál is — felveendő a vízadó réteg szitagörbéje és rendszeres megfigyeléseket kellene végezni az átfolyási tényező, a nyugalmi vízszint, a teljesítmény-görbe, a depressziós görbe, az áramlási görbe és a hatótávolság változására nézve, megállapítván egyben azok okait is. Ebből a célból is, valamennyi kút beszintezendő és térképezendő. A mintakutak és azok, amelyeknél vízhozamváltozást észleltek, reométerrel felülvizsgálandók. Ahol lehet és ahol ez indokolt, automatikus vízszintmérők lennének elhelyezendőek. A mintakutaknál hőmérsékleti szelvényezést kellene bevezetni. A gázos artézi kutaknál figyelemmel kellene kísérni a gáz és víz összetételének és arányának állandóságát, illetve változását. Nagyon fontos lenne az artézi víz kémiai összetételének rendszeres vizsgálata és különösen a hévvizek, ásvány- és gyógyvizek esetében a kémiai összetételnek folyamatos figyelemmel kísérése is.

Csakis a vázolt vizsgálatoktól lehetne az artézi kutakra vonatkozó ismereteink kibővülését és egzaktabbá válását remélni.

*

A multbeli, valamint az ez időszertinti adatgyűjtés és dokumentáció sajnos nélküli ezeket a vizsgálati eredményeket, miért is összehasonlításra, főképp azonban a végső tanulságok levonására kevésbé alkalmas. Maga az adatgyűjtés részben terepfelvételeken, túlnyomó többségében azonban a vízjogi engedélyezési eljárás során kötelezően előírt, de nem mindig kielégítő adatszolgáltatás útján történik. Kiértékelése éppen ezért inkább csak statisztikusan történhetik. Maga a dokumentáció a Földtani Intézet Vízföldtani Osztályán közigazgatási egységenként, mégpedig vármegyénként és községenként van megszervezve, a fúrás helyének, földtani szelvényének és valamennyi műszaki és hidrológiai adat feljegyzése mellett. Ezt az anyagot azonban a könnyebb kezelhetőség és kiértékelhetőség érdekében 1 : 25 000-es, illetve községi térképek szerint, majd hidrológiai és földrajzi tájegységek szerint is fel kellene dolgozni és folyamatosan kiegészíteni.

*

Összefoglalva : az artézi vízellátás megjavítása érdekében mindenekelőtt gondoskodni kell :

a) a vízjogi rendeletekben és a MNOSZ-ben foglaltak szigorú betartásáról,

- b) a fűrómester-, technikus- és mérnökképzés, valamint a vízimérnök-képzés tökéletesítéséről,
- c) megfelelő szakirodalom megteremtéséről,
- d) az ellenőrzési és felülvizsgálati rendszer megszervezéséről,
- e) és végül, de nem utolsó sorban a szakvéleményező szervezetek a feladathoz mért sürgős kiépítéséről.

Mindezek nélkül nemhogy javulás, hanem csak rohamos és jóvátehetetlen rosszabbodás várható a jövőben az artézi vízellátás terén. A javasoltak megvalósításával viszont — aránylag nagyon kis anyagi áldozat árán — évenként sok tízmilliós közvetlen megtakarítás érhető el a népgazdaság számára, és ami ennél is fontosabb, nem tesszük tönkre azokat a különösen az Alföldön egyedül számba jövő víznyerési lehetőségeket, amelyek népünk egészségét, munkaképességét, mezőgazdasági és ipari fejlődésünket vannak hivatva szolgálni.

HOZZÁSZÓLÁSOK

MAZALÁN PÁL

Az előadó megállapításaiból különösen kiemelkedőnek tartja a tájegységenkénti *mintakutak* létesítését, hogy egy-egy környék mélységi hidraulikai viszonyai minden kétséget kizáró hitelességgel tisztáztassanak. Csak ezzel válik majd lehetővé a vizsgált tájegység ténylegesen kihasználható vízkincsének megállapítása.

Az Alföldön kifejlődött kútúróipar arra törekedett, hogy feltétlenül túlfolyó artézi kutakkal oldja meg feladatát, és ezért a túlfolyó vizet nem tartalmazó szinteket figyelmen kívül hagyta. Ilyen viszonyok között az alacsonyabb potenciálú szintek kétségtelenül nagy mennyiségű vize a meglévő adatok alapján elkészíthető kútkataszterben nem foglaltatik. De meg kell állapítani azt is, hogy e kutakban a vízkeveredést akadályozó kútelemek hiányoznak, ami azzal a káros következménnyel jár, hogy az egyes eltérő potenciálú víztartórétegek egymással összekapcsolódtak és így a kutak műszaki hitelességű adatok szolgáltatására kevés kivétellel alkalmatlanok.

Ezen a bajon kell segíteni a mintakutak sürgős kivitelezésével, amikor a vizsgálatnak ki kell terjedni a rétegből való víztermelés útján fellépő rugalmassági jelenségekre, az egyes tényezők időben való változásának regisztrálására és az ezzel kapcsolatos összefüggések kialakítására. Csak az összes tényezők birtokában lehet valamely kút útján szolgáltatott vízmennyiség állandósági fokára gyakorlati vonatkozású következtetéseket is levonni.

A mintakutak elkészítése és a vizsgálatok lefolytatása a Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóintézet hatáskörében, annak lehetőleg saját berendezésével és eszközeivel, volna egyedül lehetséges.

BÉLTEKI LAJOS

Helyesen mutatott rá az előadó, hogy amilyen nagy érdemei vannak a kisiparnak a hazai kutak minél nagyobb számban való létesítése terén, éppen olyan nagyok a hibái is. Csak a két legnagyobbra kíván rámutatni, a minél nagyobb mélységre való törekvés és a kút béléscsővezésének és szűrőzésének műszakilag helytelen módon való kiképzése.

A kútúróipar államosítása módot adott a hibák feltárására és kiküszöbölésére. Gyakorlatilag sikerült bebizonyítani, hogy gazdaságosabb a felsőbb, kisebb mélységben levő vízadórétegeket igénybe venni a vízszerezést illetően. Ivásra üdítőbb a kisebb mélységű rétegek alacsonyabb hőmérsékletű és ásványi sókban gazdagabb vize. Számos városban és községben, ahol azelőtt 5—600 m-ig lefúrtak, hogy 40—50 percliter kifolyó vizet kapjanak, 100—150 m mélységen belül sikerült 200—300 percliter, vagy még több vizet nyerni.

A kútúró kisipar által általánosságban alkalmazott béléscsővezés, melynek lényege az összes köpenycsörcsövet visszahúzó volt, nem biztosította a felső szennyezett vizek kizárását és lehetővé tette a beszűrőzött és a felette lévő, a köpenycső visszahúzó folytán nyitottá vált más potenciális vízadó rétegek összekapcsolását. Ennek hatása nagy mértékben káros volt nemcsak a készített új kút, hanem esetleg a közelben már meglévő kutak vízhozamára is.

Ezeket a káros jelenségeket a köpenycsőrakatok szakszerű beépítésével és teleszkópos beléscsővezés alkalmazásával ki lehetett küszöbölni.

A kútkészítésnél igen nagy kihatású a vízhozamra a minőségi munka feltételeinek betartása, a kellő ideig és kellő teljesítménnyel való tisztító szivattyúzás. A minőségi munka hiánya volt az oka, hogy a beszűrőzött vízadó-rétegből csak kis töredékét tudták kivonni annak a vízmennyiségnek, amely abból a rétegből a réteg jellemzői alapján helyes csővezetés és kellő homokmentesítés mellett kivehető lett volna. Ennek következménye, hogy az ország egyes részeinek vízszervezési lehetőségeiről az 1949 előtt készített kutak adatai alapján kialakult vélemény helyesbítése válik szükségessé. Olyan megyében pl., ahol a Földtani Intézet adattárában szereplő, 100 m-nél kisebb mélységű kutak átlagos vízhozama 32 percliter, az utóbbi években ugyanezen mélységre telepített kutaknál 270 percliter átlagos vízhozamot sikerült elérni.

PÁTER JÁNOS

Az ország rohamos iparosodása a vízgazdálkodás terén fokozatos óvatosságra int bennünket. Az előadó erre az artézi kutak problémáival kapcsolatban rámutatott. Kétségtelen, hogy az artézi vízgazdálkodás jelenlegi állapotában nálunk rablógazdálkodás van, amelyen segíteni kell.

A már meglévő, mintegy 20 000 artézi kutunk fokozottabb gondozása és regenerálása az artézi vízgazdálkodás szempontjából jelentős tényező, azonban ez nemcsak a már meglévő 20 000 kútra vonatkozik, hanem az ezután fúrandó kutakra is.

Az artézi kutak regenerálására az eddigi eljárásoknál gazdaságosabbnak látszik és eredményesebb a Gáti-féle eljárás. Javasolja, hogy ha hidrológus szakembereink meggyőződnenek annak használhatóságáról, úgy gondoskodni kellene a Gáti István által tervezett mozgó regeneráló csoportok megszervezéséről és üzembe állításáról. A vasútüzem keretén belül ez folyamatban van.

SZABÓ PÁL ZOLTÁN

A geomechanikai elméletek már feltárták azokat a szempontokat, amelyek szerint felismerhetjük azokat a fő szerkezeti vonalakat, ahol a mélységi karsztvíz a legelőnyösebben nyerhető. Ezek a szerkezeti vonalak, a hegység szerkezeti vonalaihoz kapcsolódnak. A mélységi karsztvizek utánpótlása a csapadékra támaszkodik, bár más feltevések is vannak, azonban egyelőre ezek még nincsenek kellőképpen tisztázva. A mély karsztok feltárt fúrásainál az a gondolat vetődik fel, hogy a Mecsek egyes völgyeiben vízzáró gátakkal kellene elősegíteni a szerkezeti vonalak mellett, a karsztréseken és réteglapokon keresztül a csapadékvíznek a mélybe húzódását. Ezáltal meg lehet erősíteni a mély karsztvizek utánpótlási körülményeit.

SÜMEGHY JÓZSEF

Javaslatok tömegét sorokoztattuk már fel az artézi kutak problémáiról, de annak a célnak az elérésére, hogy az artézi kútjaink kiképzése megfelelő legyen, hogy az artézi kútvíz pazarlását megszüntessük, alig történt valami. Alig akad vízzáró szerkezettel felszerelt artézi kút. Nem tudja másképp elképzelni az orvoslás módját, mint a legszigorúbb, a legdrasztikusabb intézkedések alkalmazásával, mert azt a veszedelmes helyzetet, ami a legnagyobb vagyonnunk, artézi kútvizünk pazarlásával előállott, meg kell szüntetni.

Javasolja állítsanak össze olyan szervezetet, szakemberekből, fúró-technikusokból és hidrogeológusokból, amely felhatalmazást kap, ha kell, akár kormánybiztosi hatáskörrel az artézi kútvíz pazarlás megszüntetésére, s a kútkiképzés megjavítására.

SZTANKÓCZY IMRE

Az előadáshoz a mintakutak telepítése tekintetében kíván kapcsolódni, és ismerteti a Földmérő és Talajvizsgáló Iroda artézi kút telepítési eljárását az alábbiak szerint :

Ha artézi kutak telepítésére sor kerül, négyféle vizsgálatot szoktak elvégezni.

Ezek közül az első a meglévő hidrogeológiai lelet finomítása ellenőrző fúrásokkal. Ennek a munkálatnak eredménye a vízáadó réteg térbeli elhelyezkedésének tisztázása és a rétegvastagságok, esetleg a szinklinálisok megállapítása.

Azok a durva homokos, kavicsos rétegek, amelyekbe a kutakat telepítik, nem homogén szemszerkezetűek, hanem kisebb-nagyobb, durvább és finomabb szemcsék váltakoznak bennük és ennek következtében a hézagterfogatok is váltakoznak. Ha a vízáadó rétegben találunk olyan vonulási irányokat, amelyek a durvább szemcseszerkezeteknek, a nagyobb hézagterfogatoknak a vonulási irányait jelzik, akkor a folyási irányoknak, a durvább szerkezetek vonulási irányainak meghatározására a geoelektromos műszert használják, most azonban a geoelektromos mérőműszer már kizárólag a keresett vízáadó réteget tárja fel. Ha ilyen vonulási irányokat találunk, ez egyben megadja a kúttávolságot is.

Amikor a fúrópontok kitűzése megtörtént, következik a fúrás és próbaszivattyúzás. Ennek több eredménye van. Az egyik a rétegsornak, a másik a keresett réteg vastagságának, a harmadik a szemszerkezetnek, azután a víz és kőzet minőségének, végül pedig a vízhozamnak megállapítása. A rétegsorból a geológus következtetéseket von arra, hogy a vízutánpótlás tartós-e ebben a rétegben. A rétegvastagság megadja a szűrőszervezet hosszúságát. A szemszerkezet vizsgálatával a szűrőszervezet kiképzését, a vegyvizsgálatokkal pedig az alkalmazandó tisztító berendezéseket lehet javasolni. Amikor a próbaszivattyúzásokat is elvégezték, akkor a próbaszivattyúzás eredményei az elméletileg kivethető vízmennyiséggel ellenőrizhetők.

A vizsgálatoknak eredményeit összegezve, a fúrási és szivattyúzási eredmények alapján meg lehet állapítani a kutak leggazdaságosabb üzemeltetését, vagyis azt, hogy a vízáadó réteg helyesen legyen igénybe véve. Meg lehet mondani, hány kúttal elégíthető ki a vízigény, és hogy a kutak gazdaságosan telepíthetők-e.

A fenti módszer még nem egészen egy esztendő, és ezért igen sok javítani és tökéletesíteni való van benne.

BALOGH JENŐ

Az előadás meghatározta, hogyan kell megvédeni meglévő kútjainkat és hogyan kell végezni az újabb kutak fúrását. Ennek a tételnek fontosságát a hőforrások szempontjából kívánja megvilágítani.

A hőforrásokat általában a fürdők hasznosítják, ami természetesen csak töredékhasznosítást jelenthet. Ezért a kérdés megoldására két és fél év

alatt több olyan berendezés létesült a fővárosban, amelynek célja a forrásoknak jobb kihasználása volt.

Az első lépés a Széchenyi-fürdő I. sz. hőforrásának kihasználása volt, amely 1938 óta percenként 550 liter 72 fokos vizet ad. A forrásvizet távvezetéken két szomszédos kórházba vezették, ahol 2000 beteg melegvzellátására, tisztálkodási lehetőségeinek biztosítására szolgál. De csatlakozott hozzá több közelben lévő intézmény, iparüzem is. Végső fokon további 6000 dolgozó kap tisztálkodási célokra melegvzellátást, úgyhogy a forrásvíz teljes hasznosítása évenként 168 vagon szénmegtakarítást jelent.

A második lépés a Margitszigeten lévő II. sz. forrás hasznosítása. Itt 1300 lakásban 2500 személy részére adnak tisztálkodásra és fűtésre termálvizet, ami évente 300 vagon szén helyettesítését jelenti. A forrás hozama azonban módot nyújt arra, hogy a hálózatot tovább fejlesztve 2500 helyett 18 000 fő ellátására szolgáljon.

A Széchenyi-fürdő II. sz. forrásánál percenként 2000 liter 70 fokos víz megy veszendőbe, ezért ezt is hasznosítani kell éppen úgy, mint a I. sz. forrást. Ezután a margitszigeti északi és déli forrásokat is össze kell kapcsolni kooperációs vezetékhalozatba. Ha ez a terv is megvalósul, évenként 1200 vagon szén helyettesítését teszi lehetővé. Amennyiben újabb fúrások segítségével a főváros közelében további melegvízforrásokat tárnak fel, és a hálózatot kiépitik, úgy egész Budapestet be lehet melegvízzel hálózni, ami évenként 16 000 vagon szén pótlását jelentené.

Emellett vidéken, az egész országban igen sok helyen, pl. Csokonyán, Visontán, Lábadon, az Alföldön Szoboszlón, Berekfürdőn, a Tisza Körös vidékén és még másutt, vannak kihasználatlan hőforrások, amelyekkel évenként több tízezer vagon szén volna helyettesíthető. A forrásokat elsősorban gyógytényezőként kell hasznosítani, de mivel nincs mód minden vizet így felhasználni, a következő lépés az ipari és a mezőgazdasági felhasználás, a városokban pedig a szociális szempontból történő melegvzellátás.

Javasolja, hogy a hőforrások hasznosítását vegyék központi irányítás alá, a forrásokat rendszeresen és országosan mérjék, mintázzák, vizsgálják és ha kell a hasznosításra szolgáló intézkedéseket tegyék meg. Kövessünk el mindent, hogy a források meg legyenek védve és az új fúrásoknál a szakszerűség jusson érvényre.

CZIRÁKY JÓZSEF

Az artézi kutak bélésűcsővének megvédésére, és a kutak élettartamának meghosszabbítására hívja fel a figyelmet. A vasból készült bélésűcső megvédése különösen ásványos összetételű, agresszív tulajdonságú vizeknél fontos. Az artézi kutak bélésűcsővét kívülről védőréteggel, továbbá a kút helyes létesítésével védjük, belülről pedig leggyakrabban vörösfenyőcső-bélés alkalmazásával, vagy megfelelő védőréteg kialakításával. A helyesen kivitelezett és védett artézi kút élettartama az átlagosnak többszöröse nővelhető. Például a Zsigmond Vilmos által 1878-ban befejezett városligeti I. sz. artézi kút vízhozama mérései szerint 1878—1951 között eltelt 73 év alatt csak 6,5%-kal csökkent, ugyanakkor más ásványos vízű artézi kutak 10—20 év alatt a bélésűcső ki-lyukadása következtében részben vagy teljesen tönkrementek.

Másik fontos kérdés — különösen ásvány- és gyógyvizeknél — a víz-pazarlás megszüntetése. Termálvizeink teljes kihasználása nagy lépésekben halad előre, egyéb ásvány- és gyógyvizeinknek azonban csak egy részét

hasznosítják és túlfolyóvízű artézi kutak esetében kihasználatlanul folyik el a víz. Csehszlovákiában az ásvány- és gyógyvízű forrásokat, kutakat télen lezárják. Nálunk is intézkedni kell ásvány- és gyógyvizeink állagának megvédésére.

SÜRÜ JÁNOS

Ma már van műszaki lehetőség arra, hogy a fúrások csővezete úgyszólván örökös élettartamú legyen, és karbantarthatók legyenek azok a csövek is, amelyek a forrásvíz lehűlése, vagy gázvesztése folytán kérget kapnak. Ez a műszaki lehetőség a titán-fém alkalmazása. A titán Magyarország ásványi kincsei között világviszonylatban elég jelentékeny mennyiségben szerepel. Megfelelően feldolgozva, olyan anyagot lehet előállítani, amely mindenféle töménységű lúgnak tökéletesen — a 20—30%-os kénsavnak és a tömény salétromsavnak hónapokig ellenállt, ugyanakkor a rozsdamentes acél néhány óra alatt tönkrement. — A titán-fém mindenféle összetételű forrásvíznek tökéletesen ellenáll. Enélkül semmiféle tartós megoldás a mélységi víz vagy a forrásvíz hasznosításánál el nem képzelhető.

A melegvíz bevezetése esetén be fog következni, hogy a most kapható magyarországi fémanyagok alkalmazása esetén a csővezetékek tönkremennek, és a házak egész fémanyaga veszélyben forog. Óvatosan kell hozzányulni a hévforrások melegvizével való vízellátás kérdéséhez, ha a fővárost megfelelő fémanyagból készült vezeték nélkül ellátni akarják.

SCHMIDT ELIGIUS RÓBERT válasza a hozzászólásokra

Az artézi kutak problémái megoldásának két kulcsa van. Az egyik a pénzügyi vonal. Úgy látszik, hogy ezen a téren a kormányzat messzemenő támogatást nyújt. A másik a szakkádervonal. Ismerve a feladatokat, elsősorban a szakkádervonalon kellene segítséget nyújtani, mert akkor a feladatokat a mai műszaki felkészültséggel meg lehet oldani.



INVARIÁNS SZÁMOK SZEREPE KISMINTAKÍSÉRLETEKNÉL

NÉMETH ENDRE

a műszaki tudományok doktora

A műszaki tudományok különleges értékét a gyakorlati élettel való szoros kapcsolatuk adja meg. Szerepük nem merülhet ki többé-kevésbé bonyolult jelenségek törvényeinek felderítésében, hanem útmutatást kell nyújtaniok gyakorlati feladatok megoldásában és főleg megbízhatónak kell lenniök abban a tekintetben, hogy a természet rendjébe való beavatkozásuk következményeit *előzetesen* — és pedig megnyugtató határozottsággal — meg lehessen ítélni. Ez a követelmény kellőképpen megokolja azt a tényt, hogy a műszaki tudományok fejlődésében a tapasztalatnak és az elméleti kutatásnak egyaránt nagy szerep jutott.

Különösen vonatkozik ez a megállapítás a vízépítéstanra, egyrészt a természet rendjébe való beavatkozás rendkívül nagy arányainál fogva, másrészt a vizekkel kapcsolatos jelenségek bonyolult volta miatt. Kezdetben a vizek kártételei ellen való küzdelem halasztást nem tűrő szükségessége folytán a tapasztalati módszerek fejlődtek ki és csak jóval később kerülhetett sor az elméleti alapok megteremtésére. A természettudományok termékeny fogalomalkotása és a matematikai analízisnek szinte határtalan kifejező ereje azután olyan lendületet adott a XIX. században a deduktív módszereknek, hogy a segítségükkel kifejlődött *hidrodinamika* csaknem teljesen elvesztette kapcsolatát a valóságos élettel. Ez a körülmény átmenetileg a gyakorlati *hidraulika* fejlődését az empirizmus felé térítette ugyan, azonban a termelés tökéletesítése érdekében szükséges és egyre merészebb létesítmények mind a biztonság, mind a gazdaságosság szempontjából elméletileg megalapozott materialista tudományt követeltek. Az induktív és deduktív kutató módszerek ilyen együttműködését a mechanikai hasonlóság elvére alapított *kismintakísérletek* teszik lehetővé.

Ismeretes, hogy a mechanikai hasonlóság kritériuma néhány dimenzió nélküli *invariáns jellegszám* fogalmához kapcsolódik. Ezek a jellegszámok nem egyebek, mint alkalmasan megválasztott geometriai és fizikai mennyiségekből alakított arányszámok, az invariáns jelző pedig azt fejezi ki, hogy mechanikailag hasonló rendszerek (jelenségek) egymásnak megfelelő (homológ) mennyiségeiből alakított ilyen arányszám értéke egyik rendszerről a másik rendszerre való áttérésnél nem változik. A Newton-féle általános modelltörvénnyel kapcsolatos

és a tehetetlenségi erőkre vonatkozó $N = P \cdot \varrho \cdot l^2 v^2$ kifejezésen kívül ilyenek a Reynolds, Froude, Weber és Cauchy által bevezetett

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu}, \quad Fr = \frac{v^2}{g \cdot l}, \quad We = \frac{\varrho \cdot v^2 \cdot l}{\varphi}, \quad Ca = \frac{\varrho \cdot v^2}{E}$$

invariáns számok, amelyek a *teljes* mechanikai hasonlóság szükséges és elegendő feltételét képviselik abban az elméletileg feltételezett esetben, ha a vizsgálat alá vett mozgásjelenség a folyadéknak csak egyetlen anyagi tulajdonságából (tehetetlenség, nyúlósság, sűrűség, felületi feszültség, vagy összenyomhatóság) származó hatása alatt megy végbe.

Ilyen egyszerű jelenségek azonban a valóságban tulajdonképpen nem léteznek, mert az anyag valamennyi tulajdonságával érvényesül. Kétségtelen azonban, hogy az anyag különböző sajátosságaihoz kapcsolódó erők közül egyiknek-másiknak a hatása túlsúlyban lehet a többi fölött és így emellett a domináló, *főerő* mellett a hasonlóság feltételének megállapításánál is elhanyagolhatjuk a többieket. Ez természetesen azt jelenti, hogy az elméletileg *teljes hasonlóságra* való igényt tulajdonképpen mindig feladjuk és csak *részleges hasonlóságot* valószínűsítünk meg.

Annak ugyan nincsen akadály *elméletileg*, hogy az anyag két tulajdonságát kifejezésre juttató két jellegszám egyidejű invariabilitását tételezzük fel, de ez többnyire olyan kötöttséget von maga után a kismintakísérletnél, ami a gyakorlati megvalósítást túlságosan megnehezíti, esetleg lehetetlenné teszi.

Ha például a nehézségi erő (*sűrűség*) és a súrlódó erő (*nyúlósság*) egyidejű érvényesülését kívánjuk a hasonlóság feltételül elfogadni, akkor ez a kívánság arra vezet, hogy ha nem akarjuk a modellkísérletet más földrajzi helyen elvégezni, akkor a kisminta folyadék a nem lehet azonos a főkivitelével, hanem olyan folyadékot kell használni, amelynek kinematikus nyúlósságát a

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \lambda^{3/2}$$

összefüggés szabja meg, amelyben ν_1 és ν_2 a főkivitel, illetőleg a kisminta folyadékának kinematikai nyúlósságát, λ pedig a méretarányt jelenti. (Esetleg a méretarányt igazítjuk a rendelkezésre álló folyadékhoz).

Három, vagy több anyagi tulajdonság figyelembe vétele esetén a hasonlósági követelmények már csak $\lambda=1$ méretarányt mellett elégíthetők ki, tehát kismintáról nem lehet szó.

Szerencsére a különleges modelltörvények valamelyikéhez igazodó ú. n. részleges hasonlóság általában kielégítő pontosságot biztosít a kismintán nyert kísérleti eredményeknek a főkivitelre való átszámításánál.

Mindazonáltal nem ritka az az eset, amikor a főerő mellett egy, vagy több olyan erő is működik, amelynek a hatása már nem hanyagolható el a főerő hatása mellett. Ilyenkor a két vizsgálat alá vett rendszer — főkvitel és a kisminta — homológ mennyiségeinek átszámítása már nem történhet elegendő pontossággal a különleges modelltörvényből levezetett — és pedig rendszeren a hosszúságok arányszámának valamilyen hatványa alakjában kifejezhető — szorzószám használatával. Helyesebben az ily módon számított értékeket *a modellméretarányhoz igazodó javításokkal ki kell igazítani*, vagy pedig Froudenak a hajók vontatási ellenállására vonatkozólag végzett és immár klasszikusnak nevezhető eljárásához hasonlóan a mellékerőnek vagy mellékerőknek hatását külön eljárással kell megállapítani.

A mellékerők hatása folytán szükségessé váló javítás legtöbbször szoros összefüggésben van a modell kicsinyítési arányszámával. Nyilvánvaló például, hogy valamely Froude-törvénynek hódoló mozgási folyamatot — amelynél a nehézségi erő domináns — különböző kicsinyítésű kismintákon vizsgálván, a nagyobb kicsinyítési arányszámú kismintán erősebben érvényesül a surlódó és a kapillaris erők hatása. Ezért a mellékerők hatásának ezt az el nem hanyagolható nagyságra való felnövekedését a szakirodalomban »scale effect«-nek, azaz *méretarányhatásnak* is szokták nevezni.

A méretarányhatás vizsgálatánál jó szolgálatot tesz a *Riabucsinszki* orosz tudós által kezdeményezett és *Buckingham* angol kutató által továbbfejlesztett dimenzióanalízis módszere. Ennek a módszernek kiindulópontja a fizikai jelenségekre érvényes természeti törvényt dimenzió nélküli mennyiségek függvényében kifejező

$$\varphi(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi) = 0$$

egyenlet, amelyet folyadékmozgásokra alkalmazva a

$$Q = \Phi\left(\frac{l}{m}, \frac{l}{n}, \frac{l}{k}, Fr, Re, We, Ca\right) l^2 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

alakban szokták felírni. Ebben l , m , n a folyadékmozgás elhatárolására, k pedig az érdekességre jellemző hosszúság, Δp jellegzetes nyomásgradiens, ρ és Q pedig a folyadéksűrűség és a folyadékhozam.

Adott esetben ennek az általános összefüggésnek használatával a dimenzióanalízis irányt mutat a különleges modelltörvényből folyó *lehetséges* megoldások kiválasztására, amelyeket aztán kísérleti, vagy általában megfigyelő munkával kell verifikálni, illetőleg módosítani.

A vizsgálatnak arra is ki kell terjednie, hogy

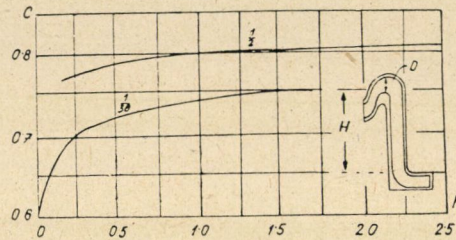
- a) milyen mellékerők gyakorolhatnak számottevő méretarányhatást;
- b) a méretarányhatás figyelembe vételénél melyik invariánsszámmal lehet a hatást kapcsolatba hozni; és

c) a méretarányszám milyen határértékétől kezdődően lép fel számottevő méretarányhatás, illetőleg milyen méretarányszámot kell választani, hogy ilyen hatás elhanyagolható legyen.

Példaképpen idézem annak a Gibson által végzett kísérletnek az eredményét, amelyet egy árapasztó szivornya tervezése alkalmával két különböző kicsinyítésű kismintán észleltek. A kísérlet célja a

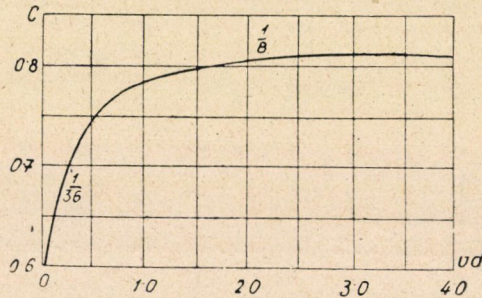
$$Q = C \cdot f \cdot \sqrt{2gh}$$

vízhozamképlet C tömegtényezőjének meghatározása volt, amelyet $1/9$ és $1/36$ méretarányú modelleken vizsgáltak. A Froude-törvénnyel számított C és h



1. ábra

értékeket koordinátarendszerben felrakva (a kisebbik modell adatait a nagyobbik méretarányhoz átszámított értékkel) az 1. ábrán látható két görbét kapták, amelyek között mutatkozó eltérés nyilván annak a következménye volt, hogy



2. ábra

itt a súrlódásból származó hatás már nem hanyagolható el a főerőül választott nehézségi erő hatása mellett. Ezt bizonyítja az is, hogy a C értékeket a h helyett a Reynolds-számmal arányos $v \cdot d$ mennyiségekkel kapcsolván össze az így kapott két görbe igen jól egybevágtott. (2. ábra). Minthogy a »méretarányhatás« valószínűleg erősebben érvényesült a kismodellnél, mint a nagynál, ennél fogva a nagy modell $C = 0,8$ értékét helyesnek elfogadva meg lehetett állapítani annak a kicsinyítésnek a mértékét, amelynél nagyobb modelleknél a méret-

arányhatás még nem jelentkezik észrevehetően. Nem kell ugyanis egyebet tenni, mint megállapítani a 2. ábrából (vagy méginkább az annak adatait tartalmazó táblázatból) azt a $v \cdot d$ értékét, amelytől kezdve a C értéke jól meg-egyezik a helyesnek ítélt 0,8 értékkel. Ennél a kísérletnél $v \cdot d$ -nek ez az értéke 1,8 négyzetláb/sec volt. Ha már most a főkivitelben $D = 3$ láb magas nyílású és $H = 15$ láb víznyomással működő szivornya modelljének méretarányát, $\frac{1}{x}$ -t, úgy akarjuk megválasztani, hogy méretarányhatás ne jelentkezzen, akkor a főkivitel

$$V = C\sqrt{2gH} = 25 \text{ láb/sec}$$

sebességének a Froude-törvény szerint az $1 : x$ kicsinyítésű modellben

$$v = \frac{V}{\sqrt{x}} = \frac{25}{\sqrt{x}}$$

sebesség, a D nyílásmagasságnak pedig

$$d = \frac{D}{x} = \frac{3}{x}$$

nyílásmagasság felel meg. Ennek következtében

$$v \cdot d = \frac{V \cdot D}{x^{3/2}} = \frac{75}{x^{3/2}}$$

Ha ezt a határértékül kijelölt 1,8 értékkel egyenlővé tesszük, akkor a kapott egyenletből $x = 12$ értékre jutunk, ami azt jelenti, hogy ha a méretarányhatást el akarjuk kerülni, akkor $1/12$ -nél nagyobb kicsinyítést nem engedhetünk meg.

Egy másik példát a 3. sz. ábrán láthatunk. Itt egy széles koronájú bukógátra vonatkozólag két különböző méretarányú modellen végzett kísérlet eredményei vannak feltüntetve. A két modell egymásközötti méretaránya $1 : 5$. A kísérletek célja a

$$Q = K \cdot b \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

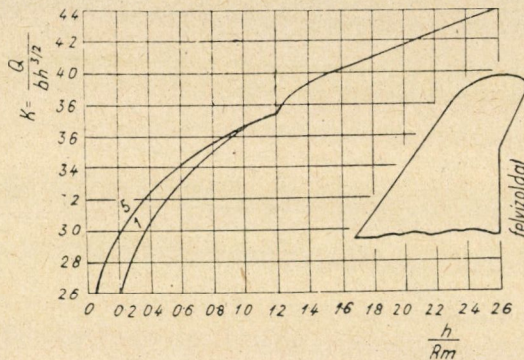
vízszállítási képlet K állandójának meghatározása volt. Az eredményeket feltüntető ábrán a vízszintes tengelyre a gátprofil koronájának közepes görbületével ($1 : R_m$) szorzott vízrétegvastagság $\frac{h}{R_m}$ a függőleges tengelyre pedig

a mérési eredményekből számított $K = Q \cdot b \cdot h^{\frac{3}{2}}$ értékek vannak felmérve.

Az ábra jól mutatja, hogy $h/R_m > 0,92$ értékig a két modell eredményei összhangban vannak, $h/R_m < 0,92$ értékekre azonban már méretarányhatás jelentkezik és a két modell eredményeit ábrázoló görbék szétválnak.

Még számos példát lehetne felemlíteni a szakirodalomból a méretarányhatás jelentkezéséről és figyelembe vételéről, de még szabatos, megbízható eljárás a szükséges javítások számítására nem fejlődött ki. Általában inkább — mint az előbbieken láttuk — a mellékhatásmentes modellméretarányra vannak megállapítások. Az egyre növekedő pontossági igény kielégíthetése érdekében fontos lenne különböző méretarányban előállított modelleken végzett kísérletek útján ilyen eljárást kidolgozni.

Az I. sz. Vízépítéstani laboratóriumban 1951-ben a lineáris skálájú Venturicsatorna vizsgálata során háromféle méretarányú modellt vizsgáltak és való-



3. ábra

sínű, hogy a súrlódásnak, mint másodlagos erőnek volt valami szerepe az eltérések keletkezésében, méretarányhatást azonban nem lehetett kimutatni. Jelenleg folyamatban van ezeknek a kísérleteknek különböző érdességű felületek mellett történő megismétlése. Lehet, hogy ily módon erőteljesebben jelentkezni fog a súrlódás hatása.

A kismintakísérletek tervezésénél mint ismeretes, arra is nagy gondot kell fordítani, hogy a főkivitelben és a modellben végbemenő mozgásállapotok egymással azonosak legyenek, azaz ha a főkivitelben *lamináris*, vagy *turbulens* a mozgás, akkor a modellben is olyan legyen. Ugyanez a feltétel áll a *rohanó* és *áramló* mozgás állapottal kapcsolatban, valamint hordalékos víz esetében a hordalékmozgásra kritikus sebesség tekintetében is. Az invariáns számok, különösen a Reynolds-szám ennél a vizsgálatnál is jelentékeny szerepet játszik. Körszelvényű csőben történő mozgásoknál például már elegendő biztonsággal mondhatjuk, hogy $Re \geq 2500$ esetében a turbulensmozgás biztosítva van, mind a főkivitelben, mind a modellben. Nyílt medrek esetében nem egészen határozott a Reynolds-számnak turbulensmozgást biztosító határszáma.

Ha a csövekben való mozgás esetével hasonlítjuk össze a nyílt medrek esetét olyan módon, hogy mindkét esetben a hidraulikus sugárra vonatkoztatjuk a Reynolds-számot, akkor tekintettel arra, hogy a csőátmérő négyszerese a csőszelvény hidraulikus sugarának, a hidraulikus sugárra vonatkoztatott Reynolds-szám turbulensmozgást biztosító határszáma $2500 : 4 = 625$ lenne, amit egyes kutatók nyílt mederben való mozgás számára is hajlandók lennének elfogadni. Vannak azonban javaslatok ennél lényegesen nagyobb és lényegesen kisebb határszámokra is.

Általában a csősúrlódásra, újabban pedig a szovjet kutatók munkássága nyomán a nyílt medrek súrlódási ellenállására vonatkozólag végzett nagyszámú kísérlet eredményeinek összefoglalására és általános használat céljára a Reynolds-szám használata kiválóan alkalmasnak mutatkozott. Míg *Nikuradzse* csövekre, addig *Zjegzsda* a nyílt medrekre tárta fel a Reynolds-szám szerepét.

Az áramlás és rohanás elnevezésű mozgásállapotokat elválasztó határsebességnek a kisminta és főkivitel között való közvetítésére nem a Reynolds-szám, hanem a Froude-szám hivatott. Jellemző hosszúságul itt a vízmélységet választjuk. Ekkor ugyanis

$$F_r = \frac{v^2}{g \cdot m}$$

és így

$$v = \sqrt{g \cdot m \cdot F_r}$$

tehát $F_r = 1$ értéknél mind a modellben, mind a főkivitelben a határsebesség érvényesül. Ha pedig $F_r > 1$, akkor a rohanás mindkét kivitelben biztosítva van.

A Froude-szám alkalmas a vízugrás vizsgálatára is. Könnyen igazolható, hogy a vízugrás m_2 vízmélysége és a rohanó mozgás m_1 vízmélysége között a Froude-szám közvetítésével a

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8 \cdot F_r} - 1)$$

összefüggés áll fenn. A vízugrás keletkezése így a főkivitelben és a vele mechanikai hasonlósági kapcsolatban levő modellben egyaránt biztosítva van, ha $F_r > 1$. Az imént felírt képletből, abban az esetben, ha $F_r = 1$, — azaz z határesetben, — $m_2 = m_1$ eredményre jutunk, ami azt jelenti, hogy a határsebesség-nél még nem keletkezik vízugrás.

Ugyancsak a Froude-szám alkalmazható víz és levegő keverékének mozgása alkalmával a szállított levegőhozam és vízhozam arányának kifejezésére. *Kalinske* kísérlete szerint ez az arány csőben F_r Froude-számmal jellemzett mozgással beömlő vízre

$$\beta = \frac{Q_{\text{lev.}}}{Q_{\text{víz}}} = 0,0066 (F_r - 1)^{1,4}$$

Hall szerint pedig nyílt surrantókra

$$\frac{Q_{\text{lev}}}{Q_{\text{víz}}} = 0,00355 Fr,$$

ahol a Froude-szám, tisztán vízre átszámított nedvesített kerületnek megfelelő hidraulikus-sugárral számított Froude-számot jelent.

Háromszögű (Thomson) bukó esetében *Arno Lenz* vizsgálta a viszkozitásnak és a felületi feszültségnek hatását a

$$Q = C \frac{8}{15} 2g \operatorname{tg} H^{2,5}$$

képlet C állandójának értékére.

Kísérleti eredményeinek grafikus elemzése, valamint a dimenzióanalízis alapján végzett vizsgálatai szerint

$$C = 0,56 + \frac{B}{R_e^n W_e^m}$$

mely kifejezésben R_e és W_e a Reynolds-, illetőleg Weber-számot, B egy kísérletileg megállapítandó állandót, m és n pedig ugyancsak kísérletileg megállapítandó kitevőket jelentenek. Mindhárom állandó a háromszögbukó Θ nyílásszögének függvénye és pedig

$$B = 0,475 + \frac{0,225}{\left(\operatorname{tg} \frac{\Theta}{2}\right)^{0,90}}$$

$$n = 0,165 \left(\operatorname{tg} \frac{\Theta}{2}\right)^{0,09}$$

$$\frac{0,170}{\left(\operatorname{tg} \frac{\Theta}{2}\right)^{0,035}}$$

$$\text{Ha } W_e < 300 \text{ vagy } R < \frac{300}{\left(\operatorname{tg} \frac{\Theta}{2}\right)^{0,75}}$$

akkor a C tényező értéke észrevehetőleg eltér a képletből számított értéktől.

Az R_e és W_e jellegszámok igen nagy értékeinél a C tényező értéke közeledik a 0,56-hoz, de kísérletileg megfigyelt értékének minimuma 0,5808 volt. Ez az érték a bukó nyílásszögétől függetlennek mutatkozott.

Az eredmények megvitatása során felmerült a

$$C = 0,552 + \frac{0,435}{R_e^{1/3}} + \frac{0,201}{W_e^{1/4}}$$

kifejezés is, amely egyszerűbb és a viszkozitásból, valamint felületi feszültségből eredő mellékhatásnak megfelelő javítást külön-külön tag alakjában adja meg.

*

A felsorolt szakirodalomból kiragadott példák mutatják az invariáns számoknak a hidraulikában betöltött jelentékeny szerepét és nagy kifejezőképességét. Különösen fontos a méretarányhatás folytán szükséges korrekciók számításánál való felhasználásuk. De ezen a téren még csak elszigetelt vizsgálati eredményekre támaszkodhatunk, szükséges lenne módszeres kutatás útján több méretarányban elvégzett laboratóriumi kísérlet és meglévő műtárgyakon végbemenő mozgásfolyamatoknak kismintákkal való összehasonlításával általános módszert keresni.

Nagy súlyt vetünk a szovjet kutatók ezirányú eredményeinek megismerésére.

HOZZÁSZÓLÁSOK

BOGÁRDI JÁNOS

Az invariáns jellegszámok fogalmát két rendszer hasonlóságának feltételeként vezették be. Úgyanis két rendszer geometriai hasonlósága mellett a rendszerek mechanikai hasonlósága csakis akkor áll fenn, ha a mindkét rendszerre kiszámítható bizonyos dimenzió nélküli jellegszámok azonosak, ami az jelenti, hogy ezek a jellegszámok a kismintát és főkvitelt tekintve invariánsokként kezelhetők.

Nem lesz talán felesleges kiegészítése az elhangzott előadásnak, ha ezeknek az invariáns jellegszámoknak *fizikai értelmezésére* is rámutatunk.

Vegyük pl. a Reynolds-számot

$$Re = \frac{vm\rho}{\mu} = \frac{vm}{\nu}$$

amely fizikai értelemben azt fejezi ki, hogy ρ sűrűségű μ viszkozitású folyadék mozgásánál, ha a sebesség v és a mélység m , az említett dimenziós mennyiségek között egy, csakis egy összefüggés áll fenn, amely az alaptértékegységek bármilyen változtatása mellett is fennáll. Ennek az összefüggésnek általános alakja v -re megoldva

$$v = f(m, \rho, \mu)$$

Hogy ez a Reynolds-számhoz vezet, azt a dimenzió-analízis legelemibb alkalmazásával is bizonyítani lehet.

A kismintakísérleteknél szerepet játszó invariáns számok tehát mindig a bennük szereplő mennyiségek közötti abszolút összefüggést fejezik ki. Ez az értelmezése a jellegszámoknak talán még jobban rávilágít arra a körülményre, hogy miért is kell invariánsoknak lenniük ezeknek a jellegszámoknak a mechanikailag hasonló rendszereknél. De a mechanikailag hasonló rendszereknél szereplő invariáns jellegszámoknak még sok más vonatkozásban is felismerhetjük fizikai értelmezését.

A turbulens és viszkózus mozgásnál két szomszédos vízréteg közötti nyíróerő, vagy más néven csúsztatófeszültség

$$\tau_t = \rho\varepsilon \frac{dv}{dm}, \text{ illetve } \tau_m = \mu \frac{dv}{dm}$$

ε a turbulens keveredési együttható, a turbulens mozgásmennyiségek átvitelének mértéke, $\mu = \rho\nu$ pedig a molekuláris keveredési együttható, vagyis a molekuláris mozgásmennyiségek átvitelének mértéke.

Ha a két csúsztatófeszültség arányát képezzük

$$\frac{\tau_t}{\tau_m} = \rho \frac{\varepsilon}{\mu} = \frac{\varepsilon}{\nu}$$

Mivel ε a turbulens keveredési együttható, amely a sebesség és például a vízmélység szorzata dimenzióját tekintve ($\varepsilon = vm$), az $\frac{\varepsilon}{\nu}$ egy lokális Reynolds-szám, amely a mozgó rendszerre számítható $Re = \frac{vm}{\mu} \rho$ teljes Reynolds-szám függvénye.

A kapott eredmény tehát felfogható úgy is, hogy a turbulens és molekuláris mozgásmennyiségek átvitelének arányát a Reynolds-szám méri.

Ez természetesen várható eredmény volt, hiszen a turbulens és lamináris folyadékmozgás kritériuma is — mint tudjuk — a Reynolds-számhoz kapcsolódik. A Reynolds-számnak ez az utóbbi szerepe is fizikai értelmezést ad ennek a mechanikai hasonlóságnál szereplő invariáns jellegzetességnek.

LÁSZLÓFFY WOLDEMÁR

A mechanikai hasonlóság követelményeinek ki nem elégítése először a mérőbukókra vonatkozó hidraulikai képletek kísérleti meghatározásában okozott nehézséget. Bukógátak esetében ugyanis a Froude-szám mellett — különösen kis mértékű modellek esetében, — a Weber-szám is komoly szerephez jut. Erre talán *Eisner* hívta fel legnyomatékosabban a figyelmet, mikor különböző méretarányban készült kismintákon vizsgálta az átbukási tényező alakulását. Vele egyidőben közölte *Escande* 1:100, 1:19,5 és 1:10 méretarányú kismintákon végzett bukógátkísérleteinek eredményét, amelyek szerint az utóbbi két méretarányban már gyakorlatilag azonos átbukási tényezőt kapott. Újabbban *Lamoën* számolt be idevágó igen részletes kísérleteiről, amelyeket 1:100-tól 1:5-ig terjedő hétféle méretarányban készült, különböző érdességű kismintákon végzett. Ezek szerint az adott esetben elegendő lett volna egyetlen 1:30 méretarányú kismintával elvégezni a kísérleteket. Végül értékes anyagot szolgáltat a méretarány befolyásának kérdéséhez *A. R. Berezinszkij* professzor 1:2, 1:3,8 arányban készült széleskoronájú bukókra vonatkozó kísérleti anyaga.

A bukóknál maradvány: minden bukómérés kismintakísérletként fogható fel. Az átbukási tényező meghatározására szolgáló prototípus mását készítjük el megfelelő méretben és a hasonlósági törvény alapján számítjuk a hidraulikai jellemzőkből az átbukó vízhozamot. A gyakorlatban szélben használt derékszögű-négyszög, háromszög, trapéz és körszelvényű bukónyílások mintaszerinti kialakítására általában nagy gondot fordítanak, de már nem szoktak ügyet vetni a hozzávezető csatornára, holott a zsebkönyvekben közölt állandók csak a prototípushoz geometriailag hasonló elrendezésre lehetnek érvényesek. *Keutner* ezt kísérletileg is kimutatta.

Szigorúan véve, a hasonlósági törvényen kellene felépülnie minden hidraulikai képletnek, de ezt a követelményt már a Chézy-képlet sem elégíti ki. Valóban, a képlet alkalmazásánál feltesszük, hogy a különböző nagyságú szelvényekben előálló vízsebesség azonos érdesség és vízszintesítés esetén a hidraulikus sugár valamilyen törtekitevőjű hatványával (*Stricklernél* 0,66-dal, *Forchheimernél* 0,7-del) arányos. De a hidraulikus sugár egymagában nem elegendő a szelvény alakjának jellemzésére, és így képleteink nem szabatosak.

Pl. két derékszögű négyszögű szelvény esetében, amelyek közül az egyik 2 m mély és 6 m fenékszélességű, a másik 3 m mély és 4 m fenékszélességű, az átfolyási szelvény és a nedvesített kerület mindkét esetben azonos, tehát hidraulikus sugaruk is megegyezik. De hidraulikai érzékünk eleve tiltakozik

az ellen, hogy a két szelvényben azonos középsebességet tételezzünk fel, holott képleteink szerint azonos sebességeket kapunk. Képleteink tehát csak geometriailag *nagyjából hasonló* szelvényekre alkalmazhatók — ilyenek a természetes mederszelvények és vízépítési gyakorlatban általában használatos szelvények, — de a szabad felszínű szelvényekre vonatkozó általános érvényű sebességi képlet meghatározásával még adósunk a kísérleti kutatás. Ezen a téren *Zegzsda A. P.* kísérletei mellett *Varwick F.* kutatásaira hívom fel a figyelmet.

MOSONYI EMIL lev. tag

Németh Endre professzor a méretarányhatással kapcsolatban felhívta a figyelmet arra, hogy ha akár a Froude-, akár a Reynolds-számmal végezzük az átszámítást, vagyis ha a kismintát úgy tekintjük, mintha mechanikailag tökéletesen hasonló lenne a valósághoz és más erőhatás nem érvényesülne, akkor bizonyos méretarányoknál kisebb, bizonyos méretarányoknál nagyobb különbségek adódnak.

Ami a méretarányhatásnak azt a kezelését illeti, hogy éles határokat állapítunk meg és lehetőleg nem megyünk túl ezeken a határokon, sőt még csak meg sem közelítjük őket, az a véleménye, hogy ezzel az állásponttal szakítanunk kell, merészebbnek kell lennünk.

A határok környezetében is végezzünk vizsgálatokat, és inkább arra fordítsunk erős figyelmet, — amit előadó kihangsúlyozott — hogy vizsgáljuk a méretarányhatás törvényszerűségeit, mégpedig nem egyes kiragadott esetekben, hanem különböző olyan modell típusoknál, amelyek a különböző jellegű kísérleteknél előforduló és kialakuló hidromechanikai helyzetek alaptípusai. Ha sorozatosan és szisztematikusan végzünk ilyen kísérleteket, esetleg elérhetjük, hogy a méretarányhatást jobban figyelembe tudjuk venni. Ezért érdemes lesz alaposan foglalkozni olyan modellekkel is, amelyeket eddig meg sem építettünk volna, előre arra gondolva, hogy a nagy eltérés miatt úgy sem adhatnának jó eredményt.

Lászlóffy Woldemár hozzászólásában arra hívta fel a figyelmet, hogy amikor a mérnök egy bukógáton dolgozik, tulajdonképpen modellkísérletet végez. Ez igaz. Van egy berendezés, amely önmagának tökéletes modellje, ez az élesszélű bukó. Az élesszélű bukó átbukási képletéből kiderül, hogy a $h^{3/2}$ és a b szélesség előtt szereplő m tényező különböző átbukásoknál nem ugyanaz. A tökéletes hasonlóság feltétele tehát itt sincs kielégítve. Az átbukó víz-mennyiség:

$$Q = mbh^{3/2}$$

A Q_1 pedig a következő

$$Q_1 = mBH^{3/2}$$

Ebben az esetben a b -k a h arányában változnak. Ha a méretarány λ , akkor

$$\lambda = \frac{B}{b}, \text{ a } \frac{H^{3/2}}{h^{3/2}} = \lambda^{3/2}$$

s ebben az esetben

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{m}{m} \lambda \lambda^{3/2} = \frac{m}{m} \lambda^{5/2}$$

Mivel azonban az m nem azonos, így tehát ebben az esetben sem áll fenn tökéletes hasonlóság.

Lászlóffy Woldemár nagyon helyesen mutatott rá arra, hogy a rávezetéses geometriát hanyagolják el. Ezt a modellszerű vonalon is meg kell néznünk, nemcsak a mérőbukók esetében. Ha pl. egy laboratóriumban nagyon pontos eredményeket akarván elérni, nagyon nagy műtárgy- vagy hasonló modellt készítenek el, s abban bíznak, hogy az pontos eredményeket fog adni, esetleg sokkal nagyobb hibát követnek el, mint amelyet a nagy méretarány jelent. Nevezetesen nem tudnak elég hosszú folyószakaszt kialakítani, s így nem alakulnak ki azok a rááramlások, azok a csavaráramlások, amelyek a természetben jelentkeznek, és így kiküszöbölve egy kisebb hibát, egy sokkal nagyobbat követnek el. Itt tehát szintén van értelme annak, hogy méretarányhatást vizsgálva, olyan méretekre is elmenjünk, amelyenektől eddig tartózkodtunk.

A MÉRETARÁNY SZEREPE A KISMINTA-KÍSÉRLETEZÉSBEN

MOSONYI EMIL

Kossuth díjas lev. tag

Az a gondolat késztetett ennek az előadásnak a megtartására, hogy felhívjam a figyelmet azoknak a tudományos kísérleteknek a fontosságára, amelyekkel a tervezést és építést szolgáló kisminta-kísérletezés gazdaságosságát fokozni lehet. Ezt a célt főképpen azok a kísérletek és elméleti megfontolások segítik elő, amelyek *a méretarány hatásának* kutatására irányulnak. Az ú. n. méretarány-kísérletek adnak támpontot ahhoz, hogy a kisminta méretarányait addig a határig növelhetjük, amelynél még kielégítő kísérleti eredményeket kapunk. A méretarány növelésére — azaz a kisminta méreteinek csökkentésére — pedig célszerű törekedni. Ugyanis általánosságban megállapítható, hogy a méretarány növelésével rohamosan csökken a kísérlet költsége, mivel

1. kisebbednek a kisminta méretei (csökken az anyagfelhasználás, meg-
rövidül a beépítési idő),

2. csökken a kisminta vízhozam szükséglete, s ezzel az üzemi
teljesítmény,

3. s többnyire rövidül a kísérletezési idő is.

Mindezek a tényezők végeredményben a laboratóriumok jobb kihasználását teszik lehetővé, s minthogy a laboratóriumok fejlesztése terén alig lehet lépést tartani a víziépítkezések fejlődésének gyors ütemével, nyilvánvaló, hogy a kisminta-méretarány növeléséből származó gazdasági előnyt nem abban kell látnunk elsősorban, hogy valamely vízilétesítmény beruházása a kísérleti költségek apadása miatt valamivel — esetleg elhanyagolható mértékben — kevesebb lesz, hanem abban, hogy *a felszabaduló kísérleti tér és idő révén megnövekszik az elvégezhető kísérletek száma.*

A kisminta-méret csökkentésének, illetve a méretarány növelésének határt szabhat egyfelől

- a) az átszámítás lehetősége, ill. az átszámítás pontossága, másfelől
- b) az észlelések és mérések pontossága.

Az utóbbi kérdéssel nem kívánok e helyen foglalkozni, a laboratóriumi észlelések és mérések pontosságának fokozása külön megvitatást igénylő kérdés. A továbbiakban csak a méretarány hatását vizsgáljuk.

Abból indulok ki, hogy a kísérleti közeg víz, tehát a valóság és a kisminta közötti átszámításban a sűrűség és a viszkozitás általában azonosnak vehető. Ismeretes, hogy ebben az esetben csak két erőtypus egyidejű működése esetén érhető el a tökéletes mechanikai hasonlóság. A tehetetlenségi erő és a nehézségi erő egyidejű működése esetén a Froude-féle, a tehetetlenségi és a súrlódási erők egyidejű működése esetén meg a Reynolds-féle kismintatörvény adja meg a hasonlóság feltételét. Ezenkívül még számos kismintatörvény ismeretes a ritkábban vizsgált különleges erőhatásokra.

Mint hogy a gyakorlatban olyan jelenségek nem fordulnak elő, amelyek csak kétféle erőhatás kizárólagos befolyása alatt állnak, a tökéletes mechanikai hasonlóság eseteivel nem találkozunk. Mégis létrejönnek a természetes vízfolyásokon, műtárgyaknál, vízgépekben, továbbá előállíthatók a laboratóriumokban olyan hidromechanikai folyamatok, amelyekben elsőrendűen csak kétféle erőhatás befolyásolja a jelenséget, s a többi erőfajta hatása többé-kevésbé elhanyagolható. Az *uralkodó erők hasonlósága* alapján végzett átszámítások kisebb-nagyobb közelítéssel adják meg a keresett mennyiségek pontos értékét.

Az alkalmazandó kisminta törvény kiválasztása a folyamat mechanikai jellegétől függ, tehát attól, hogy a kísérletezett jelenségnél mely erőket kell uralkodóknak feltételeznünk.

A *Froude-féle* kismintatörvény szerint vizsgáljuk a következőket: bukógátak, Venturi-mérők, hídpillérduzzasztás, utófenék, energiacsillapító-medence, hajószilip-kamra üritése és töltése, gerebellenállás, mozgógátak víz-emésztése, folyószabályozási kisminták, csatornahullámok stb.

A *Reynolds-féle* kismintatörvényt, azaz a tehetetlenségi és súrlódási erők egyidejű hasonlóságának feltételét vesszük átszámítási alapnak a csővezetékek, turbinák, szivattyúk, tehát zárt rendszerek vizsgálatánál. Hasonlóképpen csak a Reynolds-szám azonosságát kell kielégítenünk minden olyan jelenség kísérleténél, ahol a vízbe teljesen alámerült testek körüli áramlási viszonyokat kutatjuk.

A gyakorlat számára fontos kisminta-kísérleteknek még egy nagy csoportja van, amelyiknek mechanikai jellege teljesen eltér az előbb említett két osztálytól; ezek a *szívárgási kísérletek*. A vízépítés fejlesztése szempontjából hazai viszonylatban különösképpen az alábbi kísérleteket kell kiemelni: gátak alatti szívárgás, kutak és galériák talajvízszintsüllyesztő hatása, munkagödörbe való beszívárgás, töltések átázása, stb.

A szívárgásra mint potenciális lamináris vízmozgásra a nehézségi és súrlódási erők egyidejű döntő befolyását lehet megállapítani. A szívárgó vízrések gyorsulásai annyira kicsinyek, hogy a gyorsítással szemben fellépő tehetetlenségi erők elhanyagolhatók a nehézségi erőhöz képest. A szívárgás kismintatörvényét tehát abból a gondolatból kiindulva lehet levezetni, hogy csak a nehézségi és a súrlódási erők egyidejű hasonlóságát követeljük meg. A Navier—Stokes, ill. a Hagen—Poiseuille-féle differenciálegyenletekből *Kovács György kartársammal*

levezettük a szivárgás hasonlóságát kifejező dimenzió nélküli invariáns számot, amely általánosságban a

$$\boxed{\frac{v\nu}{l^2 g} \left| \frac{\text{m/sec} \cdot \text{m}^2/\text{sec}}{\text{m}^2 \cdot \text{m}/\text{sec}^2} = 1 \right|}$$

alakba írható, ahol v valamely jellemző sebesség, l valamely jellemző hosszúság, ν a kinematikai viszkozitás tényezője és g a nehézségi gyorsulás.

Két geometriailag hasonló rendszerben akkor alakul ki dinamikailag is hasonló szivárgási állapot, ha

$$\boxed{\frac{v_1 \nu}{l_1^2 g} = \frac{v_2 \nu}{l_2^2 g}}$$

Megjegyzem, hogy ez a törvény általános érvényű a szivárgásra, s elméletileg természetesen arra az esetre vonatkozik, amikor a geometriai hasonlóság teljes, azaz az átszivárgott szemcsés halmaz szemmagysága és szerkezete is hasonló a kismintában, azaz az adott l méretarány szerint kisebbített.

A szivárgási invariáns az idézett kiindulások helyett egyszerűbben is levezethető. A nehézségi erők hasonlósága a

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{\rho l_1^3 g}{\rho l_2^3 g}$$

alakban, a súrlódási erők hasonlósága meg az

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{F_1 \tau_1}{F_2 \tau_2} = \frac{l_1^2 \eta \frac{dv_1}{dl_1}}{l_2^2 \frac{dv_2}{dl_2}} = \frac{l_1 \eta v_1}{l_2 \eta v_2}$$

alakban írható. Ezeket egybevetve kiadódik a mechanikai hasonlóság feltétele:

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{\rho l_1^3 g}{\rho l_2^3 g} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{l_1 \eta v_1}{l_2 \eta v_2},$$

tehát

$$\frac{v_2 \nu}{l_2^2 g} = \frac{v_1 \nu}{l_1^2 g}$$

A gyakorlat számára azonban legtöbbszörre *csakis a torzított szivárgási kismintának* van jelentősége, mégpedig a torzítás ama esetének, amikor a kisminta szemcsés halmaza azonos szemnagyságú és szerkezetű a valóságos szivárgórétanggal. A fenti törvény tetszőleges torzítás esetére is használható, csupán a jellemző hosszúság helyébe a mértékadó, vagy közepes szemcseátmérőt kell helyettesíteni, azaz a

$$\frac{v_1 \nu}{d_1^2 g} = \frac{v_2 \nu}{d_2^2 g}$$

feltételt kell kielégíteni. A gyakorlatban alkalmazott torzított szivárgási kisminták esetében

$$d_1 = d_2,$$

tehát

$$v_1 = v_2.$$

Ezt az eredményt igazolhatjuk a szivárgásra érvényes Darcy-törvény segítségével. Ha ugyanis a

$$v_1 = k_1 I_1$$

és

$$v_2 = k_2 I_2$$

összefüggésekben a szivárgórétég azonos szerkezete folytán

$$k_1 = k_2$$

és a geometriai hasonlóság következtében

$$I_1 = I_2,$$

nyilvánvalóan

$$v_1 = v_2.$$

Előadásom második részében azzal kívánok foglalkozni, hogy a méretarány megválasztása miképpen befolyásolja a kísérleti eredményeket. Amint azonban már előljáróban említettem, eltekintek a méretaránynak, ill. helyesebben a kisminta abszolút méreteinek a mérési pontosságra gyakorolt hatásától.

Kizárólagosan kétféle erőhatás által befolyásolt jelenség elvileg tetszőleges méretarányban elkészíthető volna, s a megfelelő kismintatörvény segítségével az átszámítás hibátlan eredményeket adna. De már említettük, hogy ilyen eset valójában nem fordul elő.

A valóságos folyamatok két csoportba oszthatók :

1. Az uralkodóan kétféle erőhatás által befolyásolt jelenségek.

2. A többféle erőhatás által lényegesen befolyásolt folyamatok.

Az 1. csoportba sorolható jelenségek kísérletezésénél a méretarányt többnyire elég nagyoknak, azaz a kisminta abszolút méreteit elég kicsinek lehet venni. Az uralkodó erők hasonlóságát kifejező kismintatörvény szerint átszámítjuk a keresett mennyiségeket, s azok

a) vagy ilyen módon is már kielégítő pontosságúak,

b) vagy azokat valamilyen tapasztalati alapon kapott korrekciós taggal (tényezővel) még meg kell javítani.

A mértékadó kismintatörvény szerint átszámított érték és a mennyiség pontos értéke közötti különbséget *méretarány-hatásnak* nevezhetjük.

Élesszélű bukógátakkal végzett kiterjedt kísérletsorozatból megállapították, hogy a vízszállításban (Q m³/sec) mutatózó méretarány-hatás $\lambda = 1 : 50$ -ig terjedő méretarány esetében maximálisan + 16,2% volt; éspedig a kisminta adott többet, ha az átszámítást a Rehbock-féle bukási képlettel végezték. Nyilvánvaló, hogy a Rehbock-féle vagy ahhoz hasonló szerkezetű képlet már tapasztalati korrekciót tartalmaz, amely alkalmas a méretarányhatás részbeni kiküszöbölésére is. A különbség oka elvileg a felületi feszültséggel, a viszkozitással és a sebességeloszlásokban mutatózó eltéréssel magyarázható. Kísérletek igazolják, hogy a viszkozitás és a felületi feszültség hatása elhanyagolható, ha a méretek egy megállapítható határ alá nem csökkennek.

Lekerekített koronájú bukókkal igen kedvező eredmények tapasztalhatók. A gyakorlat szempontjából kielégítő hasonlóság mutatkozik a meredek hátfalú lekerekített koronájú bukóknál 1 : 5—1 : 100 méretarány-határok között, még különbözőképpen érdesített bukófelületek esetében is. A súrlódásnak csak alig észlelhető hatása mutatkozik. Több szerző egybehangzó véleménye szerint nagyobb korrekciót nem is kell alkalmazni lekerekített bukógát esetében mindaddig, amíg a bukómagasság nem csökken le mintegy 7 mm alá.

A 2. csoportba sorozható jelenségek esetében az átszámítást már nem lehet egyszerű korrekcióval elintézni. Nyilvánvaló, hogy éles megkülönböztetést nem lehet tenni az 1. és 2. csoport között; a különböző jelenségek között e tekintetben folytonos átmenet van.

A többféle erőhatás által lényegesen befolyásolt jelenség vizsgálatának klaszikus példája a hajóellenállás meghatározása. Ez általában közismert példa. A kismintán mérjük a teljes ellenállást és számítjuk a súrlódási ellenállást. A kettő különbsége, azaz a hullámellenállás a Froude-féle törvénnyel átszámítható, amihez hozzáadjuk a súrlódási ellenállásnak a valóságra számított értékét.

A többféle erőhatás által lényegesen befolyásolt jelenségek kísérleti vizsgálatára keresnünk kell olyan eljárást, amely átszámítás lehetőségének hiányában is kielégítő eredményt ad. A többféle erőhatás jelenléte, s az ebből származó méretarányhatás következtében nyilvánvaló, hogy a jelenséget mechanikailag *jellemző mennyiségek értéke az abszolút méretektől függ*. Hogyan lehetne mégis az abszolút méreteket dimenzió nélküli számokhoz kapcsolni?

Legyen valamely áramlási jelenség lefolyásánál lényeges szerepe a P_1 , P_2 , P_3 és P_4 erőfajtáknak. Elméleti megfontolások, irodalmi adatok, vagy becslés alapján válasszuk ki azt a két erőt (P_1 és P_2), amelyet legnagyobb hatásúnak vélünk a kutatótt jelenség kialakulása szempontjából. Legyen ezeknek az ú. n. *főerőknek* kismintatörvényét jellemző dimenzió nélküli invariáns jele F . A kísérletet elvégezzük több méretarányban, mindig az $F = \text{konstans}$ feltétel figyelembevételével. A P_3 , ill. a P_4 egybevetése a P_1 és a P_2 erők egyikével adjon valamely R és W jelű invariánsot, amelyek természetesen a jelen esetben nem lesznek valóban állandók. Határozzuk meg az R és W értékeit a különböző méretarányú kismintákhoz. A keresett mennyiségnek a kismintán mért értékeit szintén dimenzió nélküli számmal — pl. valamely középértékhez viszonyítva — fejezhetjük ki. Az F invariánsnak állandó értéken való tartásával végzett kísérletekből kapott

$$\xi = Z/Z_k$$

mennyiségek az R , W , ξ koordinátarendszerben olyan pontokat adnak, amelyeken át — kellő számú érték birtokában — felület fektethető. Elég nagyszámú kísérlet végrehajtásával az

$$\xi = f(R, W)$$

függvény jó közelítéssel empirikusan megállapítható. Ennek ismeretében a valóságot jellemző R_v , W_v értékpárhoz tartozó ξ szám, illetőleg a $\xi \cdot Z_k = Z$ összefüggés alapján a Z keresett mennyiség is meghatározható. Ennél az eljárásnál gondosan kell ügyelni az extrapolálás lehetőségének határait.

Befejezésül ismételten hangsúlyozni kívánom az ú. n. *méretarány-kísérletek fontosságát*. A kísérletek eredményeiből levonható elméleti következtetések lehetőséget adnak majd arra, hogy

1. egyfelől a méretarány növelésével, azaz a kisminta abszolút méreteinek csökkentésével a kísérletezést gazdaságosabbá és gyorsabbá tegyük,

2. másfelől a kicsiny méretben végzett, vagy többféle erőhatás által lényegesen befolyásolt kísérletek eredményeit — a méretarány-hatás kiküszöbölése céljából — gondosan megállapított korrekciókkal pontosan javítsuk.

Előadásom befejezésekor bejelentem, hogy méretaránykísérleteknek egymáshoz rendszeresen kapcsolódó sorozatának tervezésével jelenleg foglalkozom, s előreláthatólag még ez év végéig az Akadémiai Főbizottságnak előterjeszhetem egy nagyobb terjedelmű tudományos kísérlet-sorozat tervét.

HOZZÁSZÓLÁSOK

NÉMETH ENDRE

Sokszor az elméletileg kifogástalan módszertani eszközt nem tudjuk másképp használni a kutatási munkában, mint csak úgy, hogy lemondunk a tökéletességről, és pedig különböző esetekben más és más igényről mondunk le. Amikor pl. a Reynolds-számot fogadjuk el, akkor a folyadéksúrlódásból származó erőt választjuk főerőnek, a többi erők hatását elhanyagoljuk.

Mosonyi Emil, *Kovács György* kartársával egy új invariáns számot vezet be. Ennek az új invariáns számnak a bevezetésénél az irodalomban nem talált vonatkozó esetet. Az a kettő, amelyet ők kombináltak — a Reynolds-szám és a Froude-szám — ilyen kombinációban még nem szerepelt. Azonban ennek az az ára, hogy a tehetetlenségi erőt hanyagolják el. Ez pedig az, amit a legtovább akar megtartani az ember, mert a statikának és a dinamikának a kapcsolata a tehetetlenségi erőn keresztül történik. A tehetetlenségi erő az a gondolatbeli eszköz, amely átvisz bennünket a statikából a dinamikába. A kényszerítő körülmények azonban mégis úgy hozzák magukkal, hogy bizonyos esetekben megválnak tőle, amint *Mosonyi Emil* a szivárgásra vonatkozóan javasolja is.

A hozzászóló is igen közel jutott ehhez a bizonyos új invariáns számhoz, de más irányból. Mivel a tehetetlenségi összefüggésen kívül nem lehet az anyag még két tulajdonságát tökéletesen kielégíteni, vagyis nem lehet elérni azt, hogy mindkét kivitelben a Reynolds-számok és a Froude-számok egyenlők legyenek, azért megközelítésképpen a Reynolds- és a Froude-számok valamilyen függvényére tesszük fel, hogy az állandó. Ez olyan összefüggés lenne, amikor nem hanyagolható el sem az anyag nyúlóságából, sem pedig a sűrűségéből származó erő.

Elsőnek kínálkozott a Froude-szám és a Reynolds-szám hányadosának az állandósága: $f/(R_e, E_r) = \frac{F_r}{R_e} = \text{const.}$ Ez pedig lényegében a *Mosonyi* által imént levezetett invariánsra vezet:

$$\frac{F_r}{R_e} = \frac{\frac{v^2}{l \cdot g}}{\frac{vl}{v}} = \frac{v v}{l^2 g}$$

Amikor azt kereste, hogy milyen elhanyagolással lehet a F_r és R_e számok viszonyát állandónak feltételezni, akkor látta a Hidrológiai Közönyben *Mosonyi* és *Kovács* cikkéből, hogy a tehetetlenségi erő az, amit fel kellene adni. Ez pedig általában nem engedhető meg, mert ez adja meg a kapcsolatot az erők és a mozgások között.

Természetesen az olyan kis sebességű és lassú változású, tehát nagyon kicsiny gyorsulású mozgásoknál, mint a szivárgás, ezt az elhanyagolást bizonynyal megtehetjük. Nem lenne felesleges azonban részletesebben kifejteni az elhanyagolás megengedhetőségét. Ennek vizsgálatánál kiindulásul szolgálhat az a tény, hogy a tehetetlenségi erők nagysága egyenes vonalú egyenletes mozgásoknál nulla. Mennéljobban megközelíti tehát valamely mozgás az egyenes-

vonulú, egyenletes mozgás állapotot, annál inkább indokolható a tehetetlenségi erők elhanyagolása.

Ahhoz a nagyon érdekes bizonyítási anyaghoz, amelyet az előadó a szivárgással kapcsolatban bemutatott, csak annyi a megjegyzése, hogy a szivárgási modellkísérleteknél a geometriai hasonlóságot *részletesen* megsértjük azáltal, hogy a szemcsenagyságot nem kicsinyítjük le. A Darcy-törvény szempontjából azonban a geometriai hasonlóság megmarad, mert az I és k azonosak.

Tehát ebben az esetben is jogos az a feltevés, amelyet Mosonyi alkalmaz, természetesen azzal a megszorítással, hogy a főkvitel és modell sebességeinek azonossága csupán a *vízszivárgási sebességre* érvényes, a valóságos sebességekre nem áll módunkban következtetni.

PATTANTYUS Á. GÉZA

Mosonyi Emil a szivárgás kismintatörvényét egy új hasonlósági szám bevezetésével tudományosan is megalapozta. Ennek a szabatos kismintatörvénynek alkalmazása a vízépítéstan körébe vág. Kiemeli azonban, hogy a vízgépészet vonalán is szükségesnek tartja a tudományos elméleti és kísérleti kutatás kiterjesztését a klasszikus kismintatörvény alkalmazhatósági feltételeinek és a léptékhatás mennyiségi befolyásának tisztázására.

Néhány példát ragad ki a fenti megállapítás igazolására.

Egy szivattyúakna kismintáján megfigyelhették, hogy az áramlás képe, a forgatagok alakja, eltorzul a valósághoz képest. Különösen perdületes áramlás esetében jelentkezik a léptékhatás. Ilyenkor kétféle nagyságú kisminta készítését látja indokoltnak.

Egyszerűbb esetekben a mértékarány befolyását burkolt alakban a Reynolds-szám már kifejezésre juttatja, ilyenkor tehát a léptékhatás elkülönített vizsgálatára szükség nincsen. Példa van arra is, hogy a gyakorlat az áramlási veszteségeket a Reynolds-szám helyett a méretarány függvényében fejezi ki. A vízgépek hatásfokát kifejező *Dzialas*-féle képlet például az átmérőarányt tartalmazó alábbi alakban használatos :

$$1 - \eta_j = \left(1 - \eta_m \sqrt[4]{\frac{D_m}{D}} \right)$$

ahol D a járókerék átmérője, η a vízgép hatásfoka és D_m az η_m hatásfokú kisminta kerékátmérője.

Ez az összefüggés nyilván a símafalú csatorna súrlódási tényezőjének *Blasius*-féle kifejezésére utal, amely a Reynolds-szám negyedik gyökével fordítva arányos. Ez a felismerés azonban óvatosságra int, mert a *Blasius*-féle összefüggés csak 100.000-nél kisebb Reynolds-számokra ad megbízható eredményt. Erre az okra vezethető vissza *Szviatkovszkij* szovjet turbinaszerkesztő eljárása, aki a nagy Kaplan-turbinák esetében egy hasonló felépítésű ötödik-gyökös képletet számítja át a gép várható hatásfokát.

A vízgépekben várható veszteségek elemzésével a kismintatörvényekből levezetett képletek használhatóságának korlátjait is ki kell jelölnünk. Az adott esetben a *Dzialas*-féle képlet kisebb gépekre megbízható eredményt szolgáltat, de csak abban az esetben, ha a határreteg leválásával nem kell számolni, mert a *leválási veszteségek* a Reynolds-számtól függetlenek. Turbina esetében tehát

a képlet jól használható, ezzel szemben a turbina szívócsatornájára és a szivattyúkra ettől a képlettől már nem várhatunk megbízható eredményt.

Még számos vízgépészeti problémát sorolhatna fel, amelyek vizsgálata a klasszikus kismintatörvény kiegészítését kívánja. Ezek közül csak a hirtelen zárásból származó rugalmas és tehetetlenségi lengéseket, ezek járulékos energia-vesztését, a keverékek áramlástanába sorolható jelenségeket és a gyorsuló erőterben (pl. centrifugákban és szeparátorokban) végbemenő folyamatokat emeli ki.

KOVÁCS GYÖRGY

A méretarány-kísérletek közül talán legnagyobb fontosságúak azok a vizsgálatok, amelyek a nyíltfelszínű folyómodellek átszámítási lehetőségeit kívánják tisztázni.

Zárt nyomás alatti vezetékben, csak a súrlódó és tehetetlenségi erő hatása befolyásolja döntően a mozgást, az átszámítás tehát a Reynolds-törvény alapján egyértelműen történhet. Ilyenkor azonban a nyomásvonal geometriai hasonlósága nem biztosítható, mert az erőket, és így a nyomásértékeket is, a Reynolds-szám alapján kell átszámítanunk.

A zárt szelvényből a nyomásmagasság fokozatos csökkentésével folytonos átmenettel térhetünk át nyíltfelszínű vízmozgások vizsgálatára. Nyilvánvaló tehát, hogy ezekben a kísérletekben is döntően megnyilvánul a súrlódó erők hatása, sőt mindaddig, míg a nyíltfelszínű vízfolyáson nem hullámjelenségeket kívánunk vizsgálni, vitatható, hogy melyik erő hatása számottevőbb, a súrlódásé-e, vagy a gravitációé.

A nyíltfelszínű kísérleteket mégis mindig a Froude-törvény alapján hajtjuk végre. Ez helyes is, mivel a Reynolds-törvény által megkívánt geometriailag nem hasonló nyomásvonal kielégítése a vízmozgás torzítását vonná maga után. Nyíltfelszínű vízmozgásnál ugyanis a nyomásvonal a felszínnel párhuzamos, illetve a p_0 légnyomástól eltekintve azonos azzal. Ennek torzítása tehát csak a nedvesített szelvényterület, vagy az esés geometriai hasonlóságának be nem tartása esetén valósítható meg.

Hogy a Froude-törvény alapján számított eredményekben a súrlódás torzító hatását csökkenthessük, a modell felületi érdességét kell megfelelően megválasztani.

A felületi érdességnek ilyen döntő fontossága miatt javasolja, hogy a kísérletek során a felületi érdesség hatását mindig tartsák szem előtt, sőt ha lehetséges, a kísérleteket úgy rendezzék be, hogy azokból az egyes méretarányú modelleknél szükséges érdesség-torzítás értékére, illetve a helyes felületi érdesség megválasztására is következtetéseket lehessen levonni.

SALAMIN PÁL

Előadó a modellméretarányok felülvizsgálatával kapcsolatosan szisztematikus vizsgálatok bevezetését javasolta, *Németh Endre* pedig rámutatott arra, hogy a vizsgálatok a laboratóriumi kísérletek gazdaságos kialakítása szempontjából jelentősek. Kérdés, áll-e rendelkezésünkre olyan laboratóriumi berendezés, amellyel a méretarányvizsgálatokat végrehajtjuk, van-e olyan berendezésünk, amelynek segítségével a legkülönbözőbb vízmennyiségeket adagolhatjuk és a legkülönbözőbb méretarányú modelleket előállíthatjuk.

Ilyen laboratóriumi berendezés létesítését javasolta az új nagy vízepítési modell-kísérleti laboratóriumnál egy *10.000 másodpercliter vizet szállító kísérleti csatorna* vázlattervének elkészítésével.

Az invariáns számok kérdése tekintetében meg kell néznünk azokat a további kutatási területeket, ahol ilyen számokkal foglalkoznunk kell, mert esetleg követhetjük más területeken is azt az utat, amelyet az előadó bemutatott. Egy ilyen kutatási terület a különböző fajsúlyú folyadékok összehasonlító vizsgálata, pl. a *levegő és a víz összehasonlító vizsgálata*, és ezzel kapcsolatosan az invariáns számok megállapítása. Egy ilyen invariáns számot ismertetett Escande professzor vizsgálataival kapcsolatban, amikor a szél hatására kialakult homokhullámokat hasonlította össze a víz hatására laboratóriumi csatornában kialakult homok-hullámokkal. Ez a gondolat talán elvezethet bennünket oda, hogy a *mezővédő erdőfásítással* kapcsolatos kérdések egy részét is ezen az úton vizsgáljuk felül. A faszorok előállítás a legtöbb esetben hosszú évtizedek munkájába kerül. A laboratóriumban viszont könnyű előállítani az adott sűrűségű, magasságú és belsőtávolságú rácsokat, ha a megfelelő invariáns számok rendelkezésünkre állanak. Az invariáns számok alkalmazása tehát ezen a látszólag távoli kutatási területen is hasznos lehet.

GYÖRKE OLIVÉR

A méretaránykísérletek igen fontosak, ezért szükséges, hogy kísérlet-sorozat tárja fel azokat a minimális modellméreteket, amelyek mellett a jelenség jellemzésénél még az eddig ismert klasszikus modell-elmélet invariáns számai használhatók, és megismerjük azt a határt, amelyen túl már figyelembe kell venni más befolyásoló jelenségeket is. A dimenzió-analízis, amelyről előadó beszélt, nagy segítség ebben a kérdésben.

Szükséges az invariáns számokkal kapcsolatban az érvényességi területek változását, illetőleg e számok egymáshoz való viszonyát is kutatni. A laboratóriumban a mérőbukóknál tapasztalták, hogy az átbukási jelenség kétféle befolyás alatt áll aszerint, hogy szellőző sugárral, illetőleg nem szellőző ú. n. tapadó sugárral van dolgunk. Itt is belépett egy erőhatás, amelyet a méréseiknél tudomásul is vettek úgy, hogy aszerint fogadták el a két egymás mellett vonuló görbéből tarázási görbének az egyiket, vagy a másikat, hogy jelen volt-e a befolyásoló erő, vagy nem.

Nagy jelentőséggel bír a nyíltfelszínű vízmozgások kutatása, mert itt találjuk a modellkísérletezés mai állapota szerint a legtöbb befolyásoló körülményt, ami a kísérletek és eredmények átszámítását igen megnehezíti. Ha szükséges, ki kell terjeszteni a kísérleteket a különböző közegekben végbe ment jelenségek vizsgálatára. Ilyen a levegő és a különböző fajsúlyú folyadékok. A modellkísérletezésnél, a hordalékos modellek vizsgálatakor a jelenlevő hordalék fajsúlyában már eddig is torzítottak, midőn más fajsúlyú anyagot használtak.

A kísérletezési időre vonatkozóan úgy véli, ha a kísérletezés idejét rövidíteni akarjuk, akkor jelenlegi megfigyelési eszközeink és műszereink nem kielégítőek, azokat finomítani kell, mert elérkezünk a modellméretek olyan fokára, amikor már nem tudjuk, hogy az észlelés azért adta a kapott értéket, mert tényleg ez az eredmény, vagy pedig azért, mert belül vagyunk a műszerek hibahatárán.

H ANKÓ ZOLTÁN

A népgazdaság olyan nagyszámú problémát ad a laboratóriumoknak, melyeket azok helyszűke miatt megoldani nem tudnak. Ezért egyedüli módszernek látszik kisebb modellek építésével a meglevő és tervezett laboratóriumok kapacitásának növelése.

A modell kisebbítési mértékének növelésekor azonban nemcsak a víz mozgásában következik be változás, hanem esetleg egészen meg kell változtatni az eddigi megfigyelési és észlelési módot is, sokkal nagyobb pontosságra kell törekedni. A kisebbítés mértékének tehát határt szab az észlelés pontossága, azután azok a másodrendű jelenségek, melyek mind a valóságban, mind a modellben jelentkeznek. A másodrendű jelenségek a valóságban elenyészően kicsinyek, míg egy igen lekicsinyített modellben esetleg meghaladják a mérendő mennyiségek nagyságrendjét. Gondol pl. a hordalékanyag szemmagyságára — mozgómedrű kísérletnél —, a fenékről leváló örvényekre, melyek mind a valóságban, mind a modellben felszíni fodrozódást okozhatnak, stb. Ezeknek hatása igen kicsi modellben igen nagy lehet, s nagy zavart okozhat. Ezért igen célszerűnek tartja a tudományosan megállapított méretarány kísérletsorozat elvégzését.

ZIEGLER KÁROLY

A vízgépészeti kismintakísérletek során igen sokszor merül fel egy érdekes nehézség. Nincs mód arra, hogy a legjellemzőbb hasonlósági szám azonosságát biztosítsuk a kismintán és a leendő nagy kivitelén egyszerre a kísérleti eszközök fogyatékosága, egyszerűsége vagy helytelen megválasztása folytán. Ilyen probléma volt a tiszalöki vízerőmű szívócsatornájának kisminta-méréseinél is, ahol a rendelkezésre álló kivitel nagysága és a ventilátor nem adott lehetőséget olyan Reynolds-szám előállítására, amely a nagy kivitelén létrejött. A mérést akkor *Pattantus* professzor kezdeményezésére többféle megfúvási sebességgel végezték el, többféle Reynolds-számnál vizsgálták a kismintát, illetve annak ellenállását, amelyek közül egy sem érte ugyan el a nagy kivitelét, de az eredményeknek diagrammba való felrakása után, azokból extrapolálva, bizonyos hasonló törvényszerűségek ismeretével és kellő kritikával, a nagy kivitelben a Reynolds-számnál beálló eredményt kapták meg.

Ez a körülmény, hogy a nagy kivitel Reynolds-száma nem azonos a kismintáéval, nagyon gyakran felmerülő, állandó probléma a vízturbina gyártásánál. A gyárak ugyanis egy kisminta-eredményt többféle nagy kivitelre akarnak felhasználni, s ekkor a Reynolds-számok már természetesen nem azonosak. Ezt a nehézséget úgy hidalják át, hogy sokféle kismintanagyságon, vagy sokféle Reynolds-számnál végzett kísérlet alapján bizonyos képleteket dolgoznak ki, amelyek bizonyos körülmények között a Reynolds-szám átszámítására adnak módot.

SZILÁGYI GYULA

Előadónak a szívárgási kísérletek invariáns számára vonatkozó és elméleti szémszögből történő megvilágítását igen egyszerű szemlélettel kívánja kifejésztíteni.

Lamináris mozgásról lévén szó, a Hagen—Poiseuille-tétel szerint a sebesség és az ellenállás közötti összefüggés lineáris, vagyis

$$J = \frac{8\nu v}{r^2 g}$$

Az invariáns számot tehát így jellemezhetjük

$$\frac{v\nu}{d^2 g}$$

Ha most ezt az értéket a vizsgált két rendszerre, tehát a természetes rendszerre és a modellkísérlet rendszerére, egyenlővé tesszük, akkor ezzel tulajdonképpen a hidraulikus esés egyenlőségét biztosítottuk. Ha biztosítva van a relatív esés egyenlősége, akkor ezt az invariáns számot a következőképpen írhatjuk át a méretarány szorzókkal kifejezve :

$$\lambda_I = \frac{\lambda_\nu \lambda_\nu}{\lambda_d^2 \lambda_g}$$

Vízzel kísérletezve $\lambda_\nu = 1$ és $\lambda_g = 1$, ezért $\lambda_\nu = \lambda_d^2$ lesz.

Ugyanazzal a földanyaggal kísérletezve : $d_1 = d_2$, vagyis $\lambda_d = 1$, így tehát $\lambda_\nu = 1$, azaz $v_1 = v_2$.

Habár elvileg a szivárgási kísérletet más anyaggal is végezhetjük, gyakorlatilag csakis ugyanazzal az anyaggal érdemes kísérletezni, mert máskülönben bonyolulttá tennők a kísérletet.

Így azután, ha felírjuk a Darcy-féle képletet, minthogy az egyenlőséget már az invariáns szám felvételével biztosítottuk, a k egyenlőséget pedig biztosítottuk azzal, hogy ugyanazt a szemcsét használtuk, ami a természetben van, akkor világos, hogy ugyanaz a sebesség adódik a modellkísérletnél, mint a természetben.

BÓZSÖNY DÉNES

Ha a kismodellek minőségi és mennyiségi vonatkozásban egyaránt megfelelnek a lejátszódó jelenségeknek, akkor — a kísérletező és az oktató szemzőgéből nézve — ezeket a kísérleteket fel lehet használni az oktatásban a jelenség szemléletes bemutatására.

Az ilyen kismodellek elkészítésénél azonban szükségessé válik finommechanikai műszerek alkalmazása, és magukat a modelleket is külön gonddal kell elkészíteni. A megfigyeléseknek és kiértékeléseknek új módszerét kell kidolgozni.

A II. sz. Vízépítési Tanszék *Mosonyi Emil* professzor elképzelése szerint elkészítette egy lefolytatott kísérletnek 1 : 5-ös modelljét. Az eredeti modell 5 m hosszú, 20 cm széles és 30 cm magas facsatornába beépített oldalkontrakciós Venturi-csatorna volt. Ezt fogadták el 1 : 1-es méretarányúnak azért, hogy az eddigi eredményeket és az elkövetkező kisebb méretarányban végzett megfigyelések eredményeit össze tudják hasonlítani. Az 1 : 5 méretarányú modell üvegből készült. Az eredmények azt mutatták, hogy még ilyen kis méretarányban is a jelenségek teljesen egyeztek az eredeti modell jelenségeivel.

(Hozzászóló bemutatta a kismodellel végrehajtott kísérletet.)

SZESZTAY KÁROLY

A *Mosonyi Emil* és *Kovács György* által javasolt

$$\frac{v \cdot \nu}{g \cdot l^2} \tag{1}$$

új invariáns szám értelmezésére a dimenzió analízis módszerével szeretne röviden rámutatni:

Ha — a hidraulikai vizsgálatoknál szokásos módon — az értelmezés alapmennyiségeiként a

$$v \text{ [m/sec]}; \quad l \text{ [m]} \quad \text{és} \quad \rho \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{sec}^2}{\text{m}^4} \right]$$

értékeket vezetjük be, a $v \left[\frac{\text{m}^2}{\text{sec}} \right]$ kinematikai nyúlósság értékének méretelemzés szerint végzett kifejezésével, a ν érték és az alapmennyiségek hányadosaként a

$$\frac{v \cdot l}{\nu} = Re \quad (2)$$

méret nélküli jellemzőt, a *Reynolds*-számot kapjuk.

A $g \left[\frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \right]$ nehézségi gyorsulás méretének hasonló eljárással történő kifejezéséből a

$$\frac{v^2}{g \cdot l} = Fr \quad (3)$$

méret nélküli *Froude*-számhoz jutunk.

Az előadás gondolatmenetét követve, az új invariáns szám vizsgálatakor a súrlódó erő és a nehézségi erő arányának állandóságából kell kiindulnunk, vagyis a méretelemzés módszerét a fenti mennyiségek ν és g jellemzőinek hányadosára kell vonatkoztatnunk.

Mínt hogy az így felírható

$$\frac{\nu}{g} = v^x l^y \rho^z \quad (4)$$

kiindulási egyenletből a méretek helyettesítése által

$$m \cdot \text{sec} = \frac{m^x}{\text{sec}^x} \cdot m^y \frac{\text{kg}^z \cdot \text{sec}^{2z}}{m^{4z}} \quad (4')$$

kifejezéshez jutunk, a bal- és jobboldal méretegyezésének feltétele alapján az

$$\begin{aligned} 1 &= x + y - 4z \\ 1 &= -x + 2z \\ 0 &= z \end{aligned} \quad (5)$$

egyenletrendszer kapjuk az m , sec és kg mennyiségekre vonatkozóan.

Az (5) egyenletrendszer megoldásából $z = 0$; $x = -1$ és $y = 2$ értékek adódnak, amelyeket a (4) kiindulási egyenletbe visszahelyettesítve

$$\frac{\nu}{g} = \frac{l^2}{v} \quad (6)$$

összefüggéshez jutunk, tehát méret nélküli jellemző számként valóban a

$$\frac{v \cdot v}{g \cdot l^2} \quad (1)$$

érték tekinthető.

Az előadónak az a javaslata, mely szerint a több méretarány mellett észlelt

$\zeta = \frac{z_i}{z_k}$ adatokat a méretnélküli jellemzők többváltozós függvényeként térbelileg

célszerű ábrázolni, előnyösnek látszik abból a szempontból is, hogy néhány kísérletsorozat eredményének feldolgozása által értékes megállapításokat lehet leszűrni a vizsgált jelenségekben szereplő erőhatások arányának a méretarány szerinti változására vonatkozóan.

Ilyen megállapítások alapul szolgálhatnak a további tudományos kutatás irányításához és az egyes laboratóriumi (ipari) kísérletek tervezéséhez és kiértékeléséhez is.

KARÁDI GÁBOR

Turbulens vízmozgásra és gravitációs erőterre értelmezve *Navier—Stokes* egyenlete vektoriális alakban így írható fel:

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + A\mathbf{v} = -g - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \frac{1}{\rho} \nabla T + \nu \Delta \mathbf{v}$$

ahol A a sebességek derivált tenzor, T pedig a tükrös turbulencia-tenzor, melyek mátrixai:

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial v_x}{\partial x}, & \frac{\partial v_x}{\partial y}, & \frac{\partial v_x}{\partial z} \\ \frac{\partial v_y}{\partial x}, & \frac{\partial v_y}{\partial y}, & \frac{\partial v_y}{\partial z} \\ \frac{\partial v_z}{\partial x}, & \frac{\partial v_z}{\partial y}, & \frac{\partial v_z}{\partial z} \end{pmatrix}$$

$$T = \begin{pmatrix} -\overline{\rho v_x'^2}, & -\overline{\rho v_x' v_y'}, & -\overline{\rho v_x' v_z'} \\ -\overline{\rho v_x' v_y'}, & -\overline{\rho v_y'^2}, & -\overline{\rho v_y' v_z'} \\ -\overline{\rho v_x' v_z'}, & -\overline{\rho v_y' v_z'}, & -\overline{\rho v_z'^2} \end{pmatrix}$$

Vegyünk fel két tetszőleges mozgást. Az első mozgásnál szereplő mennyiségek a következők :

$$t, x, y, z, v, g, \varrho, p, \nu.$$

A második mozgásnál pedig a megfelelő mennyiségek :

$$t_1, x_1, y_1, z_1, v_1, g_1, \varrho_1, p_1, \nu_1.$$

Feltételezzük, hogy e két mozgás mechanikailag hasonló. Ekkor a megfelelő mennyiségek között az alábbi összefüggések állanak fenn :

$$t_1 = \tau t;$$

$$x_1 = \lambda x; \quad y_1 = \lambda y; \quad z_1 = \lambda z$$

Innen

$$v_{x1} = \frac{dx_1}{dt_1} = \frac{\lambda}{\tau} \frac{dx}{dt} = \varphi v_x$$

$$v_{y1} = \quad \quad \quad = \varphi v_y$$

$$v_{z1} = \quad \quad \quad = \varphi v_z$$

Az erők, sűrűségek, kinematikai nyúlósságok viszonya pedig a következő lesz :

$$g_1 = \pi g; \quad \varrho_1 = a\varrho; \quad \nu_1 = \beta\nu.$$

A nyomások közti viszonyra külön kritériumot nem állítunk fel, hanem attó függően, hogy a mozgás szabad felszínű vagy nyomás alatti, ez a viszony két alakban adódik :

a) Szabad felszínű mozgásnál $p^* = \varrho gz$, tehát

$$p_1 = a\pi\lambda p,$$

b) Nyomás alatti mozgásnál az ellenállási tényező $\frac{\Delta p}{l \frac{\varrho v^2}{2r}}$ kifejezésének

figyelembe vételével :

$$p_1 = \frac{\lambda a \varphi^2}{\lambda} p$$

Ezek után a kapott értékeket helyettesítsük *Navier—Stokes* egyenletébe, melyet először szabad felszínű mozgásra alkalmazunk :

$$\frac{\varphi}{\tau} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \frac{\varphi^2}{\lambda} A\mathbf{v} = -\pi g - \pi \frac{1}{\varrho} \text{grad } p + \frac{\beta}{\tau\lambda} \nu \Delta \mathbf{v} + \frac{\varphi^2}{\lambda} \frac{1}{\varrho} \nabla T$$

Természetesen, ha ez a két mozgás mechanikailag hasonló, az egyenlet együttthatóinak egymással egyenlőnek kell lenni, mert csak így tudunk egyszerűsíteni és a két egyenletet azonos alakra hozni. Vagyis a hasonlóság feltétele:

$$\frac{\varphi}{\tau} = \frac{\varphi^2}{\lambda} = \pi = \frac{\beta}{\tau\lambda},$$

úgyhogy

$$\frac{\tau\varphi}{\lambda} = 1; \quad \frac{\varphi^2}{\lambda\tau} = 1; \quad \frac{\varphi\lambda}{\beta} = 1.$$

Ezekbe a képletekbe helyettesítve, három hasonlósági kritériumot kapunk:

$$\frac{vt}{l} = \frac{v_1 t_1}{l_1}; \quad \frac{v^2}{gl} = \frac{v_1^2}{g_1 l_1} = Fr; \quad \frac{vl}{\nu} = \frac{v_1 l_1}{\nu_1} = Re,$$

melyek közül az első a nem permanens mozgás hasonlóságának, a második a súrlódó erők hasonlóságának, a harmadik pedig a nehézségi erők hasonlóságának kritériuma.

Nyomás alatti mozgásoknál a szabad felszín geometriai hasonlóságának kritériuma elmarad, úgyhogy a

$$q = p + \rho g z$$

helyettesítés segítségével Navier—Stokes egyenlete így írható fel:

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + A\mathbf{v} = -\frac{1}{\rho} \text{grad } q + \nu \Delta \mathbf{v} + \frac{1}{\rho} \nabla T.$$

Ekkor a hasonló egyenlet alakja a következő lesz:

$$\frac{\varphi}{\tau} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \frac{\varphi^2}{\lambda} A\mathbf{v} = -\frac{\varphi^2}{\lambda} \frac{1}{\rho} \text{grad } q + \frac{\beta}{\tau\lambda} \nu \Delta \mathbf{v} + \frac{\varphi^2}{\lambda} \frac{1}{\rho} \nabla T.$$

Az előző megfontolások szerint:

$$\frac{\varphi}{\tau} = \frac{\varphi^2}{\lambda} = \frac{\beta}{\tau\lambda}, \text{ azaz } \frac{\tau\varphi}{\lambda} = 1; \quad \frac{\varphi\lambda}{\beta} = 1.$$

Illetve a megfelelő mennyiségeket behelyettesítve:

$$\frac{v_1 t_1}{l_1} = \frac{vt}{l}; \quad \frac{v_1 l_1}{\nu_1} = \frac{vl}{\nu}.$$

Az eddig mondottakat úgy foglalhatjuk össze, hogy két nyomás alatti vízmozgás hasonlóságának egyedüli feltétele a Reynolds-szám azonossága, míg szabad felszínű mozgásoknál általában a hasonlósághoz mind a Reynolds-, mind a Froude-szám azonossága szükséges feltétel.

Ha feltételezzük, hogy a vízmozgás szabad felszínű, lamináris és egyenletes, ($\partial \mathbf{v} / \partial t = 0$; $A \mathbf{v} = 0$ és $\nabla T = 0$), akkor Navier—Stokes hasonló egyenlete a következő alakban adódik:

$$-\pi g - \pi \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \frac{\beta}{\tau \cdot \lambda} \nu \Delta \mathbf{v} = 0.$$

Vagyis a hasonlóság feltétele:

$$\frac{\beta}{\pi \tau \lambda} = 1, \text{ azaz } \frac{\nu v}{g l^2} = \frac{v_1 v_1^2}{g_1 l_1^2} = M,$$

ami nem más, mint az előadó által levezetett invariáns szám, mely tehát szabad felszínű, egyenletes, lamináris mozgásra (szabad felszínű egyenletes szivárgásra) érvényes.

MOZGÓMEDRŰ FOLYÓK KISMINTAKÍSÉRLETE

SZILÁGYI GYULA

a műszaki tudományok kandidátusa

Hordalékos vízfolyás kísérleti tanulmányozása számára készítendő kisminta helyszínrajzi méretarányát rendszerint a rendelkezésre álló laboratóriumi helyiség mérete szabja meg. Az így választott méretarány szerint a hordalék-szemcsék arányos kisebbitését és az érdesség mértékének hasonlóságát gyakorlatilag nem tudjuk biztosítani, tehát a kisminta geometriai hasonlóságának elvét fel kell adnunk s ennek folytán a kísérletnél mechanikai hasonlóságról sem lehet szó.

A hordalék anyagának megválasztásánál egyebek között az a szempont is irányadó, hogy a mederfenéken homokhullámok ne keletkezzenek, mert ezek a fenékhullámok a kismintában a vízmozgás jellegét lényegesen befolyásolhatják. A méretaránytól eltérően választott hordalék alkalmazásánál torzítanunk kell az esést, hogy a kismintában a természetes vízfolyáshoz hasonló hordalékmozgás jöjjön létre. De az ilyen kismintában a magassági méretarányt más szempontból is torzítanunk kell, megkívánja ezt a vízmozgásállapot hasonlóságának biztosítása és a megváltozott érdesség hatásának ellensúlyozása is.

Meg kell tehát állapítanunk a keresztszelvények függőleges méretének megválasztásában megnyilvánuló és a kisminta vízszintesését meghatározó torzítás mértékét azzal a feltétellel, hogy a torzított kisminta számára lehetetlenné vált mechanikai hasonlóság helyett biztosítsuk a *hidraulikai hasonlóságot*. Hidraulikai hasonlóságon az alábbi feltételek kielégítését értjük:

1. a természetes vízfolyás turbulens állapotának a kismintában is turbulens vízmozgás feleljen meg;
2. ha a természetes vízfolyásban áramló vízmozgás van, a kismintában is áramlás legyen;
3. a hordalékmozgás a kismintában és a természetes vízfolyásban hasonló hidraulikai körülmények között menjen végbe;
4. a méretek megválasztása annak figyelembevételével történjék, hogy a mederérdesség értéke a kismintában és a természetes vízfolyásban nem ugyanaz.

A kérdés bonyolultabb annál, mintsem hogy tisztán analitikai módszerrel megoldást remélhetnénk. Ezért a megoldhatatlannak látszó kérdésekre *labora-*

tóriumú előkísérlettel próbálunk választ kapni és az előkísérletek eredményét felhasználjuk a hasonlósági összefüggések megoldására.

Mozgómedrű vízfolyások kisminta kísérleténél az a legfontosabb szempont, hogy a valóság és a kisminta között a hordalékmozgás hasonlósága meglegyen, és ennek folytán ahol a valóságban kimosás jön létre, ott a kismintában is kimosás keletkezzék, és a lerakódások helyét illetően is megfelelő megegyezés legyen. Ennek tudatában mindenekelőtt azt a *mederképző középvizet*, illetve az ehhez tartozó vízmélységet és sebességet kell meghatározni, amelyet a hordalékmozgás szempontjából jellemzőnek és mértékadónak tekinthetünk, és ezért további számításunkat erre vonatkoztatjuk.

A természetes vízfolyásban a hordalékmozgás szempontjából mértékadónak azt a vízmélységet kívánjuk tekinteni, amely mellett a hordalékszemcsék folyamatos mozgása megindul. A hordalékmozgásnak ez a meghatározása bizonytalan. Ezt a bizonytalanságot úgy gondoljuk csökkenthetőnek, hogy egy feladat megoldásán belül az idevágó előkísérleteket mindig ugyanaz az észlelő személy végzi, és emellett tőle függetlenül ellenőrzésképpen egy másik észlelő is elvégzi ugyanazt az előkísérletet. Ilyen módon a hordalék mozgásállapotának meghatározásában fennálló bizonytalanságot szűkebb határok közé szoríthatjuk.

A mértékadó mederképző középvíz mélységének megállapítása céljából a természetes vízfolyásból vett hordalékanyaggal vízszintes fenekű laboratóriumi csatornában előkísérletet végzünk. Előállítjuk azt a fentebb leírt mozgásállapotot, amely mellett a hordalékszemcsék folyamatos mozgása megindul, észleljük a h_0 vízmélységet, az i_0 vízszintesést és ezzel számítjuk az előkísérleti csatornában ható elragadó erőt: $T_0 = \gamma h_0 i_0$. A természetes vízfolyásban az ugyanilyen folyamatos hordalékmozgást előidéző elragadó erő $T_t = \gamma h_t i_t$ lesz. Feltehető, hogy ez az erő a közepeshez közelálló vízállásnál áll elő, amelyhez tartozó i_t vízszintesést a kísérletezés alá veendő vízfolyás számítási szelvénye számára ismerjük. Az alkalmasan megválasztott számítási szelvény lehetőleg közel csésze alakú, szabályos szelvény legyen.

Mint ahogy az előkísérletet a természetes vízfolyás hordalékanyagával végeztük, azonos hordalékmozgás a laboratóriumi csatornában és a természetes vízfolyásban akkor lesz, ha

$$\gamma h_0 i_0 = \gamma h_t i_t$$

és ebből

$$h_t = h_0 \frac{i_0}{i_t} \quad (1)$$

Az így számított érték megadja a természetes vízfolyás számára a keresett *mederképző középvíz átlagos mélységét*. Most már számítható az ehhez a vízálláshoz tartozó szelvényterület (F_t), nedvesített kerület (P_t), hidraulikus sugár (R_t), vízsebesség (v_t), vízhozam (Q_t) és a mederérdesség (n_t).

Mozgómedrű torzított kismintában a hidraulikai hasonlóság biztosítására irányuló eljárásunk alap gondolata az, hogy felírjuk azoknak a sebességeknek arányát :

$$\lambda_v = \frac{v_t}{v_m} \quad (2)$$

amely sebességek mellett a természetes vízfolyásban és a kismintában ugyanaz a mértékadónak tekintett hordalékmozgás áll elő. Az ilyen arányszámot a továbbiakban méreorszorónak nevezzük, λ_v -val jelöljük, amelynek indexe az arányba állított értékekre utal, ez utóbbiak indexét illetően pedig t a természetes vízfolyást, m a kismintát jelöli.

Az így értelmezett sebességi méreorszoró szempontjából két esetet különböztetünk meg aszerint, hogy az elkészítendő kismintában a természetes vízfolyás hordalékanyagával, vagy pedig más szemnagyságú, illetve összetételű hordalékanyaggal fogunk kísérletezni.

Ha a kísérletet a természetes vízfolyás hordalékával végezzük, a λ_v sebességi méreorszorót már az előbb említett előkísérlet adataival fel tudjuk írni. De különösen kisesésű, finom hordalékot mozgató vízfolyások esetében a természetes vízfolyás hordalékával rendszerint nem tudunk kísérletezni, mert a finom hordalékkal végzett kísérletek során zavarólag hat a kismintában képződő fenékhullámok jelensége, ami kis vízmélység mellett a vízmozgást hullámos, lüktető jellegűvé teszi. A budapesti vízépítési laboratóriumban kialakult gyakorlat ezt a kellemetlen zavaró hatást oly módon küszöbölte ki, hogy a fenékhullámokat képző finom hordalék helyett 0,4—1,4 mm átmérőjű szemcsékből álló homokanyagot használt, amely — a laboratórium kísérletei szerint — alsó határán van annak a homokanyagnak, amely fenékhullámokat már nem képez.

Amikor a kisminta számára választott hordalék a természetes folyó hordalékanyagától különbözik, a v_t/v_m sebességi méreorszoró meghatározása céljából először a már leírt módon a természetes vízfolyás hordalékanyagával végzünk előkísérletet és az (1) képlet szerint számítjuk azt a h_t vízmélységet, amely mellett a természetes vízfolyásban a mértékadónak tekintett folyamatos hordalékmozgás létrejön. Azután előkísérletet végzünk a kismintába beépítendő homokanyaggal is. Ennél a második előkísérletnél észleljük a h_a vízmélységet, az i_a vízszintesést, és az anyag megmozgatásához szükséges középsebességet, amit v_m -mel jelölünk. Az m index arra mutat, hogy ugyanaz a sebesség a kismintában is megmozgatja a homokanyagot. Az észlelt középsebességgel már közvetlenül számíthatjuk a keresett v_t/v_m méreorszoró számértékét.

A kérdés egyszerűsítése érdekében a sebességet a természetes mederben és a kismintában egyaránt a Chézy-képlettel

$$v = cR^{0,5} i^{0,5}$$

számítjuk. A c sebességi tényező meghatározására a Pavlovskij N. N. szovjet hidraulikus által a turbulens mozgás négyzetes tartományára felállított formulát

$$c = \frac{1}{n} R^y \quad (3)$$

használjuk, ahol n a meder érdességi tényezője, amelyet a természetes mederre a rendelkezésre álló hidraulikai adatokkal határozzunk meg, a modellre nézve pedig az előkísérlet adataival számítjuk. Az y változó hatványkitevőt Pavlovskij ezzel a formulával határozta meg:¹

$$y = f(n, R) = 2,5n - 0,13 - 0,75 \sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,10) \quad (4)$$

Úgy járunk el célszerűen, hogy először közelítő számítást végzünk és ennek folyamán az $R = h$, azaz a hidraulikus sugár egyenlő a vízmélységgel, közelítő feltetéssel élünk. Ezek szerint a mértékadó folyamatos hordalékmozgást előidéző sebességek arányszámát, illetve méreetszoróját így írhatjuk:

$$\lambda_v = \frac{v_t}{v_m} = \frac{c_t h_t^{0,5} i_t^{0,5}}{c_m h_m^{0,5} i_m^{0,5}} \quad (5)$$

Ebben az arányszámban a c sebességi tényezők méreetszorója a (3) szerint így alakul:

$$\lambda_c = \frac{c_t}{c_m} = \frac{\frac{h_t^y}{n_t}}{\frac{h_m^y}{n_m}} = \frac{h_t^y}{h_m^y} \cdot \frac{n_m}{n_t} = \lambda_h^y \cdot \frac{1}{\lambda_n} \quad (6)$$

Ezzel a sebességek (5) alatti méreetszoróját így írhatjuk:

$$\lambda_v = \lambda_h^y \cdot \frac{1}{\lambda_n} \cdot \lambda_h^{0,5} \cdot \lambda_i^{0,5} = \frac{1}{\lambda_n} \lambda_h^{y+0,5} \cdot \lambda_i^{0,5} \quad (7)$$

és ebből

$$\lambda_h = \left(\frac{\lambda_v \lambda_n}{\lambda_i^{0,5}} \right)^{\frac{1}{y+0,5}} \quad (8)$$

Mintthogy

$$\lambda_h = \frac{h_t}{h_m},$$

¹ Agroszkin, Dmitrijev, Pikalov: Hidraulika, Budapest 1952. 135. l.

tehát

$$h_m = \frac{h_t}{\lambda_h} \quad (9)$$

adja a vizsgálat alá vett szelvény vízmélységét a kismintában.

A kisminta esésének meghatározásához felhasználjuk a kisminta hordalékanyagával végzett előkísérlet adatait. Itt észleltük a hordalék folyamatos mozgásánál előálló h_a vízmélységet és i_a vízszintesést. Az előkísérlet és a kisminta hordalékmozgásához ugyanaz az elragadó erő szükséges, tehát írhatjuk:

$$\gamma h_a i = \gamma h_m i_m \quad (10)$$

A h_m (9) szerinti meghatározása után itt csak a kismintában előállítandó i_m esés ismeretlen, amit közvetlenül számíthatunk:

$$i_m = i_a \frac{h_a}{h_m} \quad (11)$$

és az esésének méretszorzója

$$\lambda_i = \frac{i_t}{i_m} \quad (12)$$

Az eddig végzett számítást *első közelítésnek* kell tekintenünk, mert ennek folyamán az $R = h$ egyszerűsítő feltételt alkalmaztuk, ami a torzított modell-szelvényben durva közelítést jelent, továbbá a modellérdességet az előkísérlet adataival számítottuk.

Pontosabb számítás végzése céljából a (9) szerint számított h_m , illetve λ_h értékkel megrajzoljuk a számítás alapját képező folyami kereszt-szelvény kisminta szelvényét, ennek meghatározzuk a hidraulikus sugarát (R_m) és ezáltal megállapítjuk^e a λ_R méretszorzót.

Azután megismételjük a kísérleti hordalékanyaggal végzett előkísérletet oly módon, hogy a λ_h szerint elkészítjük a folyó célszerűen megválasztott szakaszának a kismintáját. Ebben a próbakismintában előállítjuk a már körülírt folyamatos hordalékmozgást. Észleljük h_a , i_a és v_m értékeket és felírjuk az (5) kifejezés módosított alakját:

$$\lambda_v = \frac{v_t}{v_m} = \frac{C_t R_t^{0,5} i_t^{0,5}}{C_m R_m^{0,5} i_m^{0,5}} \quad (13)$$

Továbbá számítjuk a próbakisminta n érdességét és felírjuk a (6) módosított alakját:

$$\lambda_c = \frac{C_t}{C_m} = \frac{\frac{R_t^y}{n_t}}{\frac{R_m^y}{n_m}} = \lambda_R^y \cdot \frac{1}{\lambda_n} \quad (14)$$

Ezzel a (7) módosított alakja lesz :

$$\lambda_v = \frac{1}{\lambda_n} \cdot \lambda_R^{y+0,5} \lambda_i \quad (15)$$

és ebből

$$\lambda_R = \left(\frac{\lambda_v \lambda_n}{\lambda_i^{0,5}} \right)^{\frac{1}{y+0,5}} \quad (16)$$

Mint hogy

$$\lambda_R = \frac{R_t}{R_m}$$

a (9) szerinti h_m mélységgel felrajzolt kismintaszelvény függőleges méreteit úgy változtatjuk meg, hogy a vízszintes méretek változatlanul meghagyása mellett az

$$R_m = \frac{R_t}{\lambda_R} \quad (17)$$

hidraulikus sugarat eredményezze. Az így rajzolt szelvény átlagos mélysége adja a javított h_m -et, és ezzel megkapjuk a magassági méretek szorzóját :

$$\lambda_h = \frac{h_t}{h_m} \quad (18)$$

Ezzel az értékkel számítjuk azután a modellesést és az esések méretszorzóját.

Ilyen módon meghatároztuk a kisminta keresztzelvényeiben a magassági méreteknek, továbbá a vízszintes torzításának a mértékét azzal a feltétellel, hogy a kismintában és a természetes vízfolyásban ugyanannál a megfelelő vízállásnál áll elő a folyamatos hordalékmozgás.

A SEBESSÉGEK ÉS VÍZMENNYISÉGEK ÁTSZÁMÍTÁSI MÉRETSZORZÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Abból indulunk ki, hogy egyenletes vízmozgásnál a mozgató erő egyenlő az ellenállási erővel, tehát hidraulikui hasonlóság mellett a természetes és a kisminta-vízfolyásban fenn kell állania egyfelől a surlódási erők hasonlóságának, ami a turbulens ellenállásokból és a viszkozitásból származó hatások hasonlóságát jelenti, másfelől a mozgató erők hasonlóságának.

Általában a surlódási erő mint ellenállás

$$S = \tau Pl \quad (19)$$

ahol τ = a felületegységre eső fajlagos surlódási erő,
 P = a szelvény nedvesített kerülete,
 l = a vizsgált szakasz hossza.

A természetes és a kisminta-vízfolyásban fellépő surlódási erő aránya

$$\frac{S_t}{S_m} = \frac{\tau_t P_t l_t}{\tau_m P_m l_m} \quad (20)$$

Másfelől az erő kifejezése általánosságban

$$E = \rho W a \quad (21)$$

ahol ρ = a folyadék sűrűsége, ennek méreetszorzója: λ_ρ

W = a térfogat, ennek méreetszorzója: λ^3

a = a gyorsulás, « « λ_a

Ha a vízmozgás irányában mért hosszat l -lel, az időt T -vel jelöljük, a gyorsulás általában

$$a = \frac{d^2 l}{dT^2} \quad (22)$$

A természetes és kisminta-vízfolyásban a gyorsulás aránya dimenziókban kifejezve:

$$\frac{a_t}{a_m} = \frac{\frac{l_t}{T_t^2}}{\frac{l_m}{T_m^2}} \quad (23)$$

Ezzel a helyettesítéssel a (21) kifejezés aránya — figyelembevételre, hogy a torzított kismintában a W térfogatban kétféle méretarány, nevezetesen az l helyszínradij és h magassági méretarány szerepel — így alakul:

$$\frac{E_t}{E_m} = \frac{\rho_t l_t^3 \frac{l_t}{T_t^2}}{\rho_m l_m^2 h_m \frac{l_m}{T_m^2}} \quad (24)$$

Mint hogy a sebességek aránya:

$$\frac{v_t}{v_m} = \frac{\frac{l_t}{T_t}}{\frac{l_m}{T_m}} \quad (25)$$

a (24) kifejezés így írható át :

$$\frac{E_t}{E_m} = \frac{\rho_t l_t^2 \frac{l_t^2}{T_t^2}}{\rho_m l_m h_m \frac{l_m^2}{T_m^2}} = \frac{\rho_t F_t v_t^2}{\rho_m F_m v_m^2} \quad (26)$$

A (20) és (26) egybevetésével

$$\frac{\rho_t F_t v_t^2}{\rho_m F_m v_m^2} = \frac{\tau_t F_t l_t}{\tau_m F_m l_m} \quad (27)$$

ami az ellenállási erők hasonlósági feltételének általános kifejezését adja. Bevezetve az $F/P = R$ hidraulikus sugarat és rendezve, ezt kapjuk :

$$\frac{\rho_t R_t v_t^2}{\tau_t l_t} = \frac{\rho_m R_m v_m^2}{\tau_m l_m} \quad (28)$$

amit egyszerűen így fejezhetünk ki :

$$\frac{\rho R v^2}{\tau l} = \text{ugyanaz.} \quad (29)$$

A fajlagos súrlódás értékét kifejezhetjük a kisminta, illetve természetes vízfolyás hidraulikai jellemzőivel. Ugyanis az egyenletes vízmozgás feltétele, hogy a hidrodinamikusan nyomásokból és a súrlódási ellenállásból származó erők egyensúlyban vannak. Ezeket az erőket a mozgás irányába vetítve, az egyenletes vízmozgás feltételét az egymástól l távolságra levő két szelvény közötti víztömegre vonatkozóan így írhatjuk :

$$\tau Pl = (p_1 - p_2) F \quad (30)$$

ahol p_1 és p_2 az l távolságra felvett két szelvényre ható nyomást, P és F a két szelvény nedvesített kerületének, illetve területének középértékét jelöli. Továbbá h -val jelölve a két szelvény közti nyomómagasságkülönbséget, $p_1 - p_2 = \gamma h$ írható és ezzel

$$\tau Pl = \gamma h F$$

Ebből

$$\tau = \gamma Ri \quad (31)$$

és ennek behelyettesítésével — minthogy $\frac{\rho}{\gamma} = \frac{1}{g}$,

a (29) kifejezés így alakul :

$$\frac{v^2}{gl} = \text{ugyanaz} \quad (32)$$

vagy méreetszorzókkal kifejezve :

$$\frac{\lambda_v^2}{\lambda_g \lambda \lambda_i} = 1 \quad (33)$$

Figyelembevéve, hogy a természetes és a kisminta-rendszerben a nehézségi gyorsulás ugyanaz, vagyis $\lambda_g = 1$

$$\lambda_v^2 = \lambda \lambda_i$$

$$\text{De } i = \frac{h}{l}, \text{ tehát } \lambda_i = \frac{\lambda_h}{\lambda} \quad (34)$$

és ezzel a sebességek méreetszorzója :

$$\lambda_v = \lambda_h^{0,5} \quad (35)$$

A vízmennyiségek méreetszoróját közvetlenül felírhatjuk :

$$\lambda_Q = \lambda_v \cdot \lambda_F = \lambda_h^{0,5} \cdot \lambda \cdot \lambda_h = \lambda \lambda_h^{1,5} \quad (36)$$

A fentiek szerint tervezett kisminta megépítése után a vízszintesítésre, a sebességekre és a vízmennyiségre nézve *ellenőrző méréseket* kell végezni.

A méreetszorókkal történő átszámításoknál mindig szem előtt kell tartani, hogy a mozgómedrű vízfolyásnak torzított kismintában végzett kísérlete csupán a valóságban végbemenő jelenségek minőségi értékelésére ad útmutatást, s ha emellett mennyiségi értékeléssel is próbálkozunk, az így kapott eredményt csupán becslésszerű megközelítésre irányuló törekvésnek kell tekintenünk.

Mozgómedrű vízfolyás kísérletezéséhez hidraulikailag hasonló kismintát az ismertetett eljárás szerint elő lehet állítani. Ennek alkalmazásához az alábbi megjegyzéseket fűzzük :

1. Vegyesszemű hordalékanyagban az egész halmazt helyettesítő mértékadó szemnagyságnak a legnagyobb súlyszázalékkal előforduló szemcsét vesszük. A kismintában alkalmazott hordalékanyag szemeloszlását a természetes vízfolyás hordalékának szemeloszlásához arányosítjuk.

2. Az ú. n. folyamatos hordalékmozgást előidéző fenék-, illetve középsebességet kvarchomokanyagra nézve, egészen szűkre szabott szemátméret-határok között a középső szemnagyságra vonatkoztatva, előzetes elvi kísérletekkel célszerű megállapítani. Ilyen előkészület a modell közelítő tervezését és a költségek hozzávetőleges gyors számítását lehetővé teszi.

3. Felmerülhet még az a kérdés, hogy a természetes vízfolyás és a kisminta igen különböző méreteiből eredő hidraulikai tulajdonságok nem lépik-e túl — különösen a kismintára nézve — a Chézy-képlet érvényességi tartományát. Ennek a szempontnak figyelembevételével a kismintának itt vázolt tervezési eljárása még finomíthatónak látszik.

H O Z Z Á S Z Ó L Á S O K

KOVÁCS GYÖRGY

Az előadásban hallott fejtegetések elvi alapja a Du Bois-törvény, amelynek létjogosultságát sokan, és jogosan kétségbevonják. Több kísérletező állítja, azonban sajnos, csak kisszámú mérési adat birtokában, hogy adott hordalék esetén a mozgás megindulása állandó mélységesítés szorzat esetén következett be. Ez, ha nem is a Du Bois-törvény érvényességét, de hasonló törvényszerűség fennállását bizonyítaná.

Kísérleteinknél kedvező lenne ilyen összefüggést választani kiindulási alapul, mert az ehhez szükséges adatok, — a mélység és az esés — folyóinkon könnyen beszerezhetők.

Mielőtt azonban erre az alapra részletes kísérleti módszert építenénk fel, szükséges lenne rendszeres és nagyszámú méréssel meggyőződni arról, hogy azonos hordaléknál az azonos mozgásállapothoz tartozó mélység-esés szorzat állandósága vajjon helytálló-e?

Hordalékos kísérleteinknél helyes lenne, ha a mélység és az esés torzítását egyenlő nagyságra választjuk. Ellenkező esetben ugyanis könnyen előfordulhat, hogy a torzítás révén a mozgás jellege megváltozik. A valóságban emelkedő fenékvonal vízszintessé válhat, sőt ellenkező esésbe mehet át, míg ha a torzításokat egyenlőnek választjuk, az elő nem fordulhat. Csak az *Eisner* által felállított háromszoros torzítási határt lépjük át esetleg ily módon. Ez a határ azonban fizikailag nem indokolható. A nagymértékű torzítás ellen úgy védekezhetünk, hogy kisebb fajsúlyú hordalékot alkalmazunk a modellben. Ennek bevezetéséhez azonban még előkísérletek elvégzése szükséges.

Végül előadó rámutatott arra, hogy jelenlegi módszereink mellett csupán minőségi következtetéseket vonhatunk le kísérleteinkből, mennyiségi megállapításokat nem.

1936-ban a budapesti Műszaki Egyetem laboratóriumában kísérletek folytak a hordalékmozgás törvényszerűségeinek tisztázására. Az itt mért, sajnos kisszámú adatból *Mosonyi Emil* professzor exponenciális összefüggést vezetett le a hordalékmozgató erő és a mozgató hordalék mennyisége közt.

Ha ezt a törvényszerűséget további rendszeres kísérlettel igazolni tudjuk, lehetőség mutatkozik arra, hogy az árhullámjelenségek pontos leképzésével esetleg mennyiségi következtetéseket is tehessünk.

Összefoglalva javasolja :

1. a mélység-esés szorzat állandóságát ellenőrző kísérletsorozat megindítását ;
2. a torzítás mértékénél a mélység és az esés torzítását egyenlőnek választani. Ezzel kapcsolatban a torzítás mértékének csökkentése végett célszerű könnyű fajsúlyú hordalékot alkalmazni. Ezt azonban előkísérleteknek kell megelőzniök;
3. a Mosonyi-féle összefüggés igazolására további kísérletsorozat végzését. Ha a függvény helyessége igazolódna, mennyiségi kiértékelésre alkalmas eljárást lehetne kidolgozni.

BOGÁRDI JÁNOS

Az előadást, a hordalékot mozgató ú. n. kritikus, vagy *Velikanov* elnevezése szerint »kimosási sebességekkel« kapcsolatban szeretné néhány megjegyzéssel kiegészíteni.

A kritikus sebesség az ú. n. ütőerő-elmélet alapján elméleti megfontolások szerint

$v_k = \text{const} \sqrt{d(\gamma_1 - \gamma)}$, vagy ha $\gamma_1 = \text{const}$, (leggyakrabban $\gamma_1 = 2,65$), akkor $v_k = \text{const} \sqrt{d}$

Velikanov a kimosási sebességet a dimenzió-analízis segítségével az alábbi összefüggéssel határozza meg :

$$v_k = \sqrt{\frac{A(\gamma_1 - \gamma) df}{\rho(K + Bf)}}$$

ahol A a részecske alaki tényezője, f a súrlódási tényező, k és B pedig a dimenzió-analízis során bevezetett és kísérletileg meghatározandó együtthatókat jelöli. Ugyanazon hordalékanyagnál *Velikanov* szerint is fennáll tehát a $v = \text{const} \sqrt{d}$ összefüggés. A kritikus sebesség fenti elméleti összefüggését a kísérletek is igazolták, bár például d hatványkitevője bizonyos mértékben eltér a 0,5-től.

Az előadó általában középsebességekről beszélt. Kétségtelen, hogy a kritikus sebességeknél nemcsak a kritikus fenék-, hanem a kritikus középsebességeket is be lehet vezetni. A középsebességeknél azonban bizonyos óvatosság szükséges, mert mint tudjuk, a kritikus középsebesség változik a vízmélységgel és pedig a vízmélység növekedésével szintén növekszik. Ez a növekedés mint ismeretes, a vízszálas mozgás régióiban lineáris, turbulens vízmozgásnál pedig parabolikus.

Az elmondott szempontok alapján a legcélszerűbb a kritikus fenéksebességek alkalmazása lenne. Kétségtelen azonban, hogy a fenéksebességek definíciója és meghatározása nagyon nehéz, különösen természetes vízfolyásoknál. Éppen ezért érthető, hogy a kritikus középsebességekkel igyekeznek számolni, amely azonban azt jelenti, hogy bizonyos *méretarányhatás* fog mutatkozni. Felette kívánatosnak tartja, hogy ennek a hatásnak a mértékét, illetőleg kiküszöbölésének módját majd további vizsgálatokkal tisztázzák.

Kovács György hozzászólásához kapcsolódva, nem bízunk abban, hogy a hordalékmozgást az esés-mélység szorzattal egyértelműen lehetne jellemezni.

Kísérleti eredmények bizonyítják, hogy az n érdességi tényező és a kritikus hordalékmozgató erő, vagyis az esés-mélység szorzat között valamilyen közel lineáris összefüggés van. Az S_0 kritikus hordalékmozgató erő tehát arányosan változik az n érdességi tényezővel. Viszont akármelyik sebességi képletet véve, felírható, hogy az n érdességi tényező arányosan változik az R hidraulikus sugár valamilyen függvényével, vagyis a közepes vízmélységgel. Azt is tudjuk, hogy a hidraulikus sugár függvénye a H vízmélységnek, a mederszélességnek, az alaknak stb. Ez viszont azt jelenti, hogy az n érdességi tényező is arányosan változik a vízmélységnek és a mederszélességnek valamilyen függvénye szerint. Így végül az is igaz, hogy az S_0 , tehát a kritikus hordalékmozgató erő is arányosan fog változni a vízmélység és a mederszélesség valamilyen függvénye szerint. Ez pedig azt jelenti, hogy az S_0 hordalékmozgató erő, vagy a vízmélység és esés szorzata az észlelés körülményeitől függ, attól, hogy milyen a mederszélesség és milyen a medermélység. Ha tehát a kísérleti csatornában szélesebb mederrel és nagyobb vízmélységgel végezzük a kísérletet, más kritikus hordalékmozgató erőt kapunk ugyanarra a hordalékanyagra vonatkozóan.

FILEP LAJOS

Amikor egy folyószabályozási modellkísérletet végeznek, valamely közepes vízállásnak megfelelő vízhozamot bocsátanak az elkészített modellre, esetleg a kisvíztől nagyvízig változó vízmennyiségeket valamely olyan periódusban, amely kb. megfelel a természetesnek. A legkevésbé sem bizonyos azonban hogy a művek elkészülte után ilyen átlagos vízjárás lesz. Ezért kívánatos lenne számot adni magunknak arról, hogy a modellkísérletek alapján milyen eredményeket tudunk elérni.

Modellkísérleteknél különböző méretarányok vannak a mélységekre, a szélességekre, az esésekre, és van még egy méretarány, amelyet még homály fed, ez az időméretarány. Ez alatt azt érti, hogy a változást, amelyet a modelleken észlelünk, mennyi idő múlva várhatjuk. Az egész folyószabályozási modellkísérletezési eljárást azzal lehetne ellenőrizni, hogy amikor egy folyószakasz modelljét elkészítjük és beépített művek vagy kanyarulatok hatását akarjuk vizsgálni, akkor a modell először ne a legutóbbi esztendő állapotában kerüljön kivételre, hanem olyan legyen, mint 6—8 évvel ezelőtt, a legutóbbi művek beépítése idejében volt a folyószakasz. Ettől az időtől kezdve, a modellkísérlet idejéig, természetben tényleg bekövetkezett vízjárást, a kisvizeket és nagyvizeket, annak a mértéknek megfelelően vezessük rá a modellre, amilyen módon az a természetben történt. Ezután kell vizsgálni, hogy a modellen bekövetkeznek-e azok a változások, amelyek a természetben, az élő folyón bekövetkeztek. Miután már kikísérleteztük, hogy mennyi idő alatt következnek be a változások, az időarányra is valami fényt tudunk deríteni. Ekkor a modellt a legutóbbi állapotnak megfelelően be lehet állítani és a kísérleteket abban az irányban folytatni, hogy a most tervezett művek hatása, eredménye milyen lesz.

KÁROLYI ZOLTÁN

A folyók szabályozásánál mindig az a legfontosabb körülmény, hogy a folyóban milyenek az ú. n. keresztirányú esések, mert ezek alakítják ki azokat a csavarvonalú mozgásokat, amelyek a zátony-alakulásokat, mélységek képződését és egyáltalán a folyómeder kialakítását elvégzik. Ha most a modellekre gondolunk, amelyek egy bizonyos lekicsinyített másolatai a természetnek, akkor torzítás esetén a keresztirányú esés semmiesetre sem fog megfelelni a valóságnak, mert hiszen a hosszirányú magassági torzítások egészen mások, mint a hosszirányú esések. Ennek következménye, hogy a csavarvonalú mozgások semmi esetre sem lehetnek a modellen a valóságnak megfelelőek akkor, amikor torzított léptékű modellel dolgozunk és nem lehet elérni, hogy ugyanazt a hatást mutassa ki a modell, ami a valóságban van.

Ezért állapítja meg *Mayer-Peter* svájci professzor, hogy folyószabályozási kísérleteknél nem lehet torzított modelleket használni. Egy teljesen összefüggő és a folyószakasz minden megnyilvánulására kiterjedő kísérletet tényleg nehéz modellen elvégezni, viszont amikor valamilyen folyamatszabályozási probléma megoldását kívánjuk kikísérletezni, akkor az előkísérleteknél úgy kell meghatározni a különböző torzítási tényezőket, hogy azt a speciális célt, amit a kísérlettel el akarunk érni, valóban el is érhessük.

GYÖRKE OLIVÉR

A súrlódási előkísérletek alapján, az eredeti fenékanyag és a modellbe alkalmazandó hordalék-keverék adataira támaszkodva a vízfolyás speciális helyi körülményeinek megfelelően először függőleges méretarányt kellene kiválasztani

bizonyos megfontolások alapján, és ennek megtörténte után számítani a választott hordalék-keverékhez tartozó modell-esést, valamint a hosszak részére az arányossági szorzót úgy, hogy a kialakított modell a hordalékmozgás szempontjából is hasonlítson a valóságra.

A függőleges mérekszorzót azért célszerű először megállapítani, mert

1. ha a természetben turbulens és áramló mozgás van, akkor ezt a modellben is biztosítani kell ;
2. a rohanó szakaszok megjelenése felveti a hordalékanyag fajsúlytorzításának kérdését is ;
3. a függőleges méretarányoknak a vízszinteshez viszonyított megválasztása fontos a keresztelvényeknél a lehető legkisebb torzításra való igyekvés miatt.

A laboratóriumban rendelkezésre álló hely korlátozott, ezért gyakran kisebb modelleket kell építeni, azonban ezekkel is elő kell állítani a valósághoz hasonló hordalékmozgást. Át kell térni a kvarchomoknál könnyebb, tehát az eredeti folyóhordaléktól eltérő fajsúlyú hordalékanyag alkalmazására. A Műegyetemen a II. sz. Vízépítési Tanszék sikerrel alkalmazta az 1,45 fajsúlyú pécsi szénport és egy megelőző kísérletnél — egyéb kényszerítő okoknál fogva — a keményfa-fűrészport.

Eddig az volt a feltevés, hogy ha 0,4 mm-nél nagyobb szemnagyságú hordalékot alkalmazunk, akkor az eredményt meghamisító homokhullámok nem képződnek a mederben. A 0,4—0,5 mm szemnagyság mint alsó határ, még nem elegendő a hullámbarázda-képződés megakadályozására. Befolyással van erre a keverék összetétele (a szemeloszlási görbe meredeksége), a terepalakulat és a fenéksebesség, azaz közvetve a fenéken kialakuló lamináris határréteg is.

A VÍZRAJZI KUTATÁS FEJLESZTÉSE A FOLYÓSZABÁLYOZÁS ÉRDEKÉBEN

TÓRY KÁLMÁN

A folyószabályozás célja, hogy *egyensúlyi állapotot* teremtsen a folyón vagy annak valamely rövidebb szakaszán. Mint ismeretes, a folyó két tényező kölcsönhatásának eredménye: az egyik a meder, a másik a víz, a jég és a hordalék, amely a mederben lefolyásra kerül. Az előbbi a folyó *álló*, az utóbbi annak *mozgó* része. Ez a két tényező, — mint Velikanov is helyesen megállapítja, — kölcsönhatást gyakorol egymásra: a meder összefogja, irányítja, vezeti a vizet, a víz viszont mozgása közben munkájával kialakítja a medret.

Amikor tehát a szabályozás keretében a folyón *egyensúlyi állapotot* kívánunk biztosítani, akkor annak *álló* részeit, a medret és a partokat, statikai *egyensúlyi állapotban* kívánjuk tartani, a folyó *mozgó* részeitől pedig azt kívánjuk, hogy azok *mozgó*, dinamikus *egyensúlyi állapotban* maradjanak.

Ahhoz, hogy a folyót szabályozni tudjuk, ismernünk kell magát a folyót, a folyónak mind az *álló*, mind pedig a *mozgásban* lévő alkatrészeit. A megismerést szerfelett megnehezíti az a körülmény, hogy természetes állapotában a folyó és egyes tényezői *örökös változásnak* vannak alávetve. Az esőzések nyomán változik a vízhozam, a vízhozammal a vízszint, a víz mélysége és szélessége, vagyis a vízfolyás keresztmetszelve, de változik a vízszint esése, vele a víz sebessége, elevenereje, elragadó ereje, a termelt és a szállított hordalék mennyisége, a hordalékszemek nagysága és összetétele. A hordalékszállítás változásával megváltoznak a folyónak *álló* alkatrészei is, a meder emelkedik vagy süllyed, a partok omlanak vagy rakódnak. Vízszintes értelemben pedig a folyó kilengéseket végez: kanyarulatok képződnek, fejlődnek és vándorolnak.

A folyó megismeréséhez tehát ismerni kell a folyó életében fellépő tényezőket, de a tényezők változásait is. Az erre vonatkozó adatok beszerzése, gyűjtése, feldolgozása, kiértékelése, a *vízrajzi szolgálat feladata*.

A *gyakorlati folyószabályozás* akkor indult meg, amikor egyrészt az árvizek szétterülésének megakadályozásával nagy területeket kívántak a vízborítás kártételeitől mentesíteni, másrészt pedig a gőzhajózás bevezetése után a hajók részére az alacsonyabb vízállások idejére is megfelelő hajóútviszonyokat kívántak biztosítani. A szabályozás lényege akkor az átvágások kiemelése és az ármentesítő töltések építése volt. Ezek már rendszeres nagy munkálatok voltak, és

ezeket a rendszeres munkálatokat a vízfolyás álló elemeinek adatgyűjtése, a dunai és tiszai „mappáció” előzte meg. A mappáció volt tulajdonképpen az első nagyobb vízrajzi munka és eredménye lett a nagyszabású fixponthálózat, valamint az erre támaszkodó helyszínrajz, keresztszelvények és hosszszelvények. A dunai és tiszai mappáció azonban alkalmi munka volt. Csak amikor a Tisza folytatólagos szabályozása halasztást már nem tűrt, akkor indult meg itt a rendszeres vízrajzi munka (az 1886-ban felállított Vízrajzi Osztály munkája), amely azóta a szabályozáshoz szükséges méréseket és az adatok begyűjtését nemcsak a Tiszán, hanem a Dunán és a többi folyókon is már intézményesen végzi. A térképezést, a hossz- és keresztszelvények felvételét a szükséges mérések alapján a vízrajzi szolgálat *nyilvántartási munkacsoportja* végezte.

Idővel a vízrajzi szolgálat kiterjesztette működését a vízfolyások mozgó elemeinek adatgyűjtésére is. Mindenekelőtt meg kellett figyelnie a vízszintek változásait. Az észleléseket a vízrajzi szolgálat *vízjelző munkacsoportja* végzi, amely az adatok feldolgozása keretében megállapítja a vízállások átlagos és szélső értékeit, azok gyakoriságát és tartósságát.

A vízállások és vízállásviszonyok ismerete mellett különösen érdeklő a folyószabályozókat a folyón lefolyó víz mennyisége, ezért a vízrajzi szolgálat a folyó bizonyos helyein rendszeresen méri a vízhozamokat, és megszerkeszti a vízhozam- vagy tömeggörbéket. Ezeket a munkákat a vízrajzi szolgálat *víz-mérő munkacsoportja* végzi.

A további fejlődés során a folyószabályozó szolgálat ma már nem nélkülözheti a *hordalékosságra* vonatkozó ismereteket sem. Hogy a hajózás részére szükséges hajózási mélységeket és szélességeket a legalacsonyabb vízállások idejére is biztosítani tudjuk, továbbá hogy a zajló jég sehol ne tudjon megállni és ne okozzon veszedelmes jeges árvizeket, a folyó részére olyan egységes medret kell előállítani, hogy ezeket a feltételeket minden keresztszelvényében ki tudja elégíteni. Ezt a célt pedig úgy tudjuk elérni, ha a szabályozást az ú. n. *mederképző vízállásra* végezzük. Ez alatt azt a vízállást értjük, amelynél egy bizonyos időfolyamat alatt (év, vagy az évek többszöröse) a kiválasztott vízmérce, vagy valamely más hely keresztszelvényben a *legtöbb görgetett hordalék vonul le*. A mederképző vízállás tehát feltételezi a folyó vagy a folyószakasz hordalékviszonyainak tüzetes ismeretét. A hordaléktermelésnek, a hordalékszállításnak, tehát a hordalék mennyiségének és mozgásának ismerete tekintetében az utóbbi 15—20 év alatt nagy fejlődésnek voltunk tanúi. Ma már közelítőleg meg tudjuk állapítani a különböző vízállásokhoz tartozó hordalékmennyiségeket és így meg tudjuk szerkeszteni a hordalékhozamgörbéket is. Megvan tehát a lehetőség a hordalék gyakorisági és tartóssági görbéinek megszerkesztésére és ezzel a mederképző vízállások megállapítására is. Egyelőre azonban csak a méréseknél és a mérések tökéletesítésénél tartunk. A folyószabályozásnak egyik legfontosabb követelménye, hogy ezeket a méréseket minél sűrűbben és behatóbban végez-

zék, hogy ezek alapján azután a mederképző vízállásokat meg lehessen állapítani.

A hordalékosság kérdésével szoros összefüggésben áll a meder *állékony-ságának* kérdése is, a *meder stabilitása*. Az nem szenved kétséget, hogy a sziklás meder a legállékonyabb és legkevesebb változásnak van kitéve, tehát a legstabilabbnak tekinthető. De az esetek túlnyomó többségében beszélnünk kell olyan folyószakaszok állékonyaságáról is, amelyeknél a mederfenék anyaga lerakódott hordalék. *Lohtin* és *Bogárdi* vizsgálatai alapján már azt is tudjuk, hogy a meder állékonyasága a fenéken fekvő hordalékszemesek átlagos nagyságának és a vízszint esésének függvénye. Az állékonyaság megállapítása tehát a meder fenékén fekvő hordalék vizsgálatát teszi szükségessé. A vízrajzi szolgálat végez ilyen méréseket és kívánatos lenne, hogy ezek a vizsgálatok a különböző folyók különböző mederszakaszain legalább a viszonylagos állékonyaság meghatározására is kiterjedjenek.

A hordalékosság kérdésével szoros kapcsolatban áll a folyószabályozás egy másik fontos és mindezeidig meg nem oldott problémája, a kanyarulatok keletkezése, kialakulása, fejlődése és vándorlása, egy szóval a *meanderezés* kérdése. Síkvidéki folyószakaszok jellegzetes helyszíni kialakulása ez a kanyargósság. Azt tudjuk, hogy a kanyarulati sugár függvénye a vízhozamoknak, a mederfal fizikai tulajdonságainak (kohézióerő), továbbá a víz sebességének és elragadó erejének. Hogy ezek között a tényezők között milyen összefüggés van, azt sajnos ezideig még nem sikerült kideríteni. Már pedig a folyószabályozónak tudnia kellene, hogy az átvágásokkal mennyire rövidítheti meg a folyó hosszát, milyen görbületekkel vezesse a folyót, milyen legyen az átvágások és az egyes szabályozási művek vonalozása, mérete, a homorú oldalon a partok biztosítása, a domború oldalon a sarkantyúk és iszapoló művek elrendezése, a fenékgátak magassága stb. Ennek a kérdésnek megoldása kétségkívül a folyószabályozás és a vízrajzi szolgálat együttes munkájára vár. Az adatgyűjtés, a kiértékelés és a feldolgozás mégis elsősorban a vízrajzi szolgálat feladata lenne.

Mint említettük, ahhoz hogy a folyószabályozó szolgálat a maga szabályozó munkálatait eredményesen és gazdaságosan tudja végrehajtani, szüksége van egyrészt a részletes mederfelvételekre, másrészt a vízállások ismeretére. A meder-helyszínrajzok készítésének feltétele a mélységek pontos ismerete. A nagy mélységek szondázó rúddal való mérése már idejét multnak mondható. Ezért ezen a téren is egyszerűbb, gyorsabb, és gépesített eljárásra van szükség. Ilyen eljárás az *akusztikai mélységmérés*, amely már megoldottnak mondható, csak bevezetéséről és begyakorlásáról kell még gondoskodni. Különösen áll ez az olyan folyószakaszokra, ahol a mélységek kisvízállások idején is meghaladják a 6—7 métert.

Mind az ármentesítés, mind a folyószabályozás keretében fokozódnak az igények a *vízállások előrejelzése* tekintetében. Árvizek idején szükség van a

tetőző vízállások magasságának és időpontjának ismeretére. De éppúgy szükség van az alacsonyabb vízállások ismeretére is, hogy a hajósok tudják, milyen merülésekkel és mikor tudják hajóikat az egyes nehezebb folyószakaszokon, a gázlókon, vagy a sellőkön keresztülvezetni. Az építést vezető hivataloknak is tudniok kell, hogy munkálataikon meddig dolgozhatnak és hirtelenül bekövetkező áradások nem veszélyeztetik-e a szabályozási munkálatok gazdaságos végrehajtását? Szükség van tehát a *vízállások előrejelzésének kiterjesztésére és általánosítására*. A vízállások előrejelzését a feljebb fekvő vízmércék vízállásainak ismeretében állapítják meg. Az ár hullámok levonulási sebességének meghatározására legalkalmasabb a tetőzések időtartamának megállapítása. Ezt pedig legjobban a rajzoló vízmércékkel lehet elérni. Tehát több *rajzoló vízmércét* kell felállítani nagyobb folyóinkon, mindenestre olyan sűrűn, hogy átlag minden 24 órás levonulási időtartamnak megfelelő távolságra legyen egy-egy rajzoló vízmércénk. Ha ismerjük a főfolyóra és a mellékfolyóra vonatkozó tetőző vízállások haladási sebességét, akkor megvan a lehetősége annak, hogy egy, két, esetleg három nappal előre meg tudjuk adni a várható vízállások közelítő értékeit. Statisztikai adatok gyűjtése és feldolgozása alapján *Korbély* már századunk elején kidolgozott olyan eljárást, amely a Tiszán az árvizek tetőzésére vonatkozólag 5—6 napos előrejelzést tett lehetővé. Ma már a vízállások előre jelzését a feljebb fekvő vízmércék vízállásainak, a hozzájuk tartozó vízhozamoknak, valamint a középsebességnek ismeretében szokták számítani. Sajnos ezzel a kérdéssel kissé még el vagyunk maradva. Talán csak azért, mert a hibahatár még túlságosan nagy és ezért éppen a hozzá nem értők részéről éri szigorú kritika az előrejelző szolgálatot.

A vízállások előrejelzésével szoros kapcsolatban áll a *jég megjelenésének előre jelzése* is. Ez ugyan főleg a hajózást érdekli, mert tudnia kell, melyik az a legközelebbi kikötő, vagy télikikötő, amelyet még a jégzajlás vagy a jég beállása előtt el kell érnie. De a folyami szolgálat keretében a hajóút-kitűzőknek tudniok kell, mikor várható a zajló jég megjelenése és kell-e a kitűző jeleket eltávolítani, nehogy azokat a jég elvigye, vagy tönkre tegye. Tehát ismerni kell a jég megjelenésének időpontját, de különösen a jégzajlás amaz erősségének időpontját, amikor a kitűző jeleket már be kell szedni. Azért szükség van a vízgyűjtőterület egész nagyságára kiterjedő adatbeszerzésre. Az adatok között szerepeljen mind a levegő, mind a víz hőmérséklete és az, hogy a feljebb fekvő vízmércék közelében mikor indult meg a jég képződése és a jégtáblák zajlása? Az adatok beszerzése hidrológiai adatok kicserélése keretében ugyancsak a vízrajzi szolgálat feladatkörébe tartozik.

A folyószabályozás olyan gyakorlati tudomány, amelynek keretében nem lehet a sok változó közötti törvényszerű összefüggéseket szabatos képletekben kifejezni. Éppen ezért szükség lenne a *kismintakísérletek* minél szélesebb körű alkalmazására. A folyószabályozókat szeretik azzal vádolni, hogy idegenkednek a kismintakísérletek alkalmazásától és nem bíznak azok eredményeiben.

A vádnak van ugyan némi alapja, de azért a folyószabályozók is vallják, hogy a modern folyószabályozás nem nélkülözheti a kismintakísérleteket. Tagadhatatlan, hogy a kismintakísérletek a folyószabályozás keretében — eddig legalább — nem vezettek olyan eredményre, mint a vízépítés egyéb ágazataiban. A kismintakísérletekkel szemben észlelhető bizalmatlanság főoka az, hogy a folyószabályozás keretében kismintákat nem lehet torzítás nélkül építeni. A torzítás viszont a folyószabályozók véleménye szerint teljesen meghamisítja az eredményeket. Ezért azt vallják, hogy a 60—70 év óta végrehajtott folyószabályozási munkálatok keretében sokkal nagyobb és megbízhatóbb adathalmaz áll rendelkezésre, mint amilyenek a kismintakísérletek útján nyerhető eredmények. Ennek ellenére a folyószabályozók maguk is szükségesnek tartják a szabályozás előtt kismintakísérletek segítségül hívását. A kismintakísérletekkel szemben táplált aggály azonban megkívánja, hogy előbb olyan kismintákon hajtsanak végre kísérleteket, amelyek már elkészült munkálatokra vonatkoznak, hogy így mintegy meglegyen az ellenőrzés lehetősége arra, vajjon tényleg adnak-e a kismintakísérletek a folyószabályozás keretében is oly eredményeket, amelyek megfelelnek a szabályozási munkák folytán a természetben valóban bekövetkezett állapotnak. További követelmény a kismintakísérletekkel szemben az, hogy a kísérleteket lehetőleg nagymértékű mintákon hajtsák végre. Erre megadja a lehetőséget az a körülmény, hogy ma már a kutató intézetek laboratóriumi mellett rendszerint szabadtéri kísérletek végezésének lehetősége, tehát nagyméretű minták építésének lehetősége is megvan. Továbbá azt is kívánatosnak tartják a folyószabályozók, hogy ugyanazt a mintát lehetőleg 2, esetleg 3 különböző léptékben állítsák elő, hogy így mintegy extrapolálással lehessen következtetni az 1 : 1 arányú eredményre. A kismintakísérletek ugyancsak a vízrajzi szolgálat feladatát képezik.

A vízrajzi szolgálat ma már a legtöbb országban elméleti ellenőrzésével támogatja az építő hivatalokat, amelyek a munkálatokat gyakorlatilag végrehajtják. Állni kell ennek a magyar vízrajzi szolgálatra is. Szükséges, hogy a vízrajzi szolgálat a folyószabályozás kérdéseivel elméletileg is foglalkozzék és a segédtudományok: a matematika és a vízfolyások hidraulikájának segítségével igyekezzen megoldáshoz közelebb vinni az olyan problémákat, amelyek eddig a megoldástól még távol vannak. Különösen fontos a turbulencia, a hordalékosság és a meanderezés kérdéseinek beható tanulmányozása. Ezekkel a kérdésekkel a külföldön és így különösen a Szovjetunióban már behatóan foglalkoznak és a hidraulikusoknak egész sorát kötik le a kérdések tanulmányozásával. A nehézségek kétségkívül nagyok. De mint más tudományok keretében, úgy a folyószabályozás terén is sikerülni fog a legnagyobb problémát, a meder fala és a lefolyó víz egymásra gyakorolt kölcsönhatását kifürkészni és megoldani és ezzel a folyószabályozást eredményesebbé és gazdaságosabbá tenni.

HOZZÁSZÓLÁSOK

FAZEKAS KÁROLY

Előadó nagy, de reális feladattömeget rótt a vízrajzi szolgálatra. A vízrajzi szolgálat a munkamódszerek megjavításával, és korszerűsítésével, főként pedig a gépesítéssel segíthet hatásosan feladatának a megoldásában.

A vízrajzi munka terén belső és külső gépesítésről beszélhetünk. A belsőhöz tartoznak az irodagépek és speciális feldolgozó műszerek, a külsőhöz a mérőműszerek és a közlekedési eszközök.

A műszerek kérdését előadó a szondirtahigráfnál és az akusztikus mélységmérőnél érintette is. Az akusztikus mélységmérő bevezetése a magyar vízrajzi szolgálatban folyamatban van, de a vízrajzi kutatás programjában általánosságban is szerepel a vízrajzi műszerek fejlesztése. Ez a téma a külföldi fejlődés figyelemmel kísérésén kívül új, speciális műszerek kidolgozását is magában foglalja.

A közlekedési eszközözök terén a vízhozamméréseknek mérőautóval való ellátásával — melyet teljesen nélkülöz a vízrajzi szolgálat — lehetne a követelmények teljesítését reálissá tenni.

IHRIG DÉNES

A folyószabályozás követelménye az, hogy a *vízrajzi adatok minél jobbak és olyan finomak legyenek*, hogy mind a folyó álló, mind a *mozgásban levő részére* minél tökéletesebb ismeretet adjanak.

Az elsőt illetően a vízrajzi szolgálatnak *tökéletes adatokat kell adni a folyómeder alakjára* és esetleg *anyagára* vonatkozólag is. A folyómeder alakjáról a folyószabályozás céljára ma már a fáradságos és hosszadalmas teresztrikus felvétellel készített *helyszínrajzok* helyett a *légi fototérképek* adnak olyan adatokat, melyekből nemcsak a folyó pillanatnyi helyszínrajza, tehát alakja, hanem a *folyók kialakulásának története* és a folyómeder változásának törvényszerűségei is leolvashatók. Leolvasható a meder fejlődésének iránya, az egyes szakaszok fejlett vagy fejletlen volta, a víz mozgásának vonalai, sőt még a meder és környező terület anyaga is. Ezekben a fototérképeken a folyószabályozó úgy tud olvasni, hogy erre és a vízrajzi adatszolgáltatás többi adatára alapítva, a folyómeder alakulásának a többszörös kölcsönhatásban levő tényezők miatt változó természetéhez tudja szabni azokat a műveket, amelyek a *legkisebb beavatkozással adják meg a folyó egyensúlyi állapotát*.

De amennyire elavult a folyószabályozás céljára a teresztrikus felvétel, annyira elavult a szondás tahigrafikus felvétel az ultrahanggal működő és már nálunk is kipróbált *mélységmérő* mellett. Ezért a vízrajzi szolgálatban a folyószabályozási célt szolgáló mederfelvételeknél be kell vezetni ezt a mélységmérőt.

Ami pedig az adatszolgáltatás másik részét illeti, a vízrajzi szolgálatnak minél több és jobb adatot kell szolgáltatni a *folyó vízállásváltozásaira*, a *folyó vízhozamváltozásaira* és a *folyó hordalékhozamváltozásaira* vonatkozólag. Mindhárom vonalon tökéletesíteni kell a vízrajzi szolgálat munkáját, — és pedig sok rajzoló vízmérce felszerelése útján a *vízállásváltozások finomabb regisztrálásával*, a *vízhozamok megállapítására szolgáló tökéletesebb vízhozamgörbék szerkesztésével*, valamint a *hordalékmerések és főképen a hordalékmerési módszerek tökéletesítésével*.

TÁPAY LÁSZLÓ

Minden folyónak egyénisége van, amint ezt a gyakorlati folyószabályozók nagy része tudja is. Ezt az egyéniséget jól kell ismernünk ahhoz, hogy akarattunkat a folyóra rá tudjuk kényszeríteni. Sajnálattal kell azonban megállapítanunk, hogy nagy általánosságban hiányoznak egyes folyóinkról szóló olyan monográfiák, amelyek felölelnék az illető folyó geográfiai, geológiai és geomorfológiai adottságait, oknyomozó módon felderítenék a mederváltozások okait és ismertetnék az elvégzett folyószabályozási munkálatokkal kapcsolatban azt, hogy az illető folyó az emberi beavatkozással szemben miért és hogyan reagál.

Szorosan kapcsolódik ehhez a tárgyhoz a medernyilvántartás kérdése is. Vízrajzi szolgálatunk a rendszeres medernyilvántartás tekintetében tevékenységét nagyobb részt hajózható főfolyóinkra korlátozza. Viszont vannak olyan folyóink — és itt elsősorban a Hernádra, a Sajóra és a Rábára gondol —, amelyek szintén rendszeres szabályozásra szorulnak, s amelyek medernyilvántartás szempontjából erősen elhanyagoltak. Már pedig — és ezt a Sajó, a Hernád és a Rába esetében a tapasztalat is igazolja — gondos és folyamatos medernyilvántartás nélkül sikeres folyószabályozás el sem képzelhető. Erre a célra a legmegfelelőbb a légi térképezés, amely kiváló lehetőséget nyújt a mederfelvétel helyszínrajzi részének gyors, könnyű és szinte folyamatosnak tekinthető megoldására.

KÁROLYI ZOLTÁN

A folyó fenekén végbemenő hordalékmozgásban kétféle megnyilvánulávan. Az egyik a zátonyok elmosásából, illetve felrakódásából keletkező mozgás, amelyhez még a partok elmosása csatlakozik, amikor az elmosott hordalékot valamivel lejjebb a folyó ismét lerakja. Ez a fajta mozgás mindig szakaszos és rendkívül nagy intenzitású szokott lenni, tehát gyakran a telítettségig, a kapacitás maximumáig veszi igénybe a víz szállítóképességét, általában azonban rövid szakaszra terjed ki. A másik fajta mozgás, az ú. n. átmenő hordalékmozgás, ami a felülről érkező hordalék folyamatos mozgását jelenti. A két mozgás rendkívül nagymértékben különbözik egymástól és a hordalék megfigyelések egyik legnagyobb feladata, hogy *ezt a kétfajta mozgást egymástól lehetőleg elkülönítse.*

A hordalék mozgását, amely szemünktől elrejtetten a fenékben megy végbe, a legszemléletesebben ahhoz lehetne hasonlítani, amikor egy utcában a szél port vagy havat visz, és hol hatalmas erővel tömegeket mozgat, hol pedig alábbhagy, de egyetlen kis kiugrás, vagy sarok egészen kiszámíthatatlan mozgásokat idézhet elő.

Ugyanez van meg a folyóknál is, és éppen ez a körülmény az, amely miatt a hordalék méréseket nagyon nehéz lefolytatni, illetőleg a hordalékhozamgörbéket nehéz megállapítani. Olyan folyószakaszon, ahol megállapodott a meder, sokkal könnyebb jó tömeggörbét kapni, de a változókonny szakaszokon igen kiterjedt és nagyon nagy megfigyelést igénylő munkára van szükség.

Ilyen helyeken a hordalékmérés soha sem lehet gépies és soha sem lehet *egy határozott szelvényben történő mérés*, hanem minden esetben kritikával, megfigyeléssel kell párosítani és az ott szerzett tapasztalatok szerint minden alkalommal más és más módon, vagy helyen kell végezni. De társítani kell ezeket a hordalékméréseket a sebességmérésen kívül minél kiterjedtebb mederfelvételekkel, amelyek segítségével a zátonymozgást, a felrakódásokat, a kimosásokat meg lehet állapítani és a kétfajta mozgást ily módon egymástól elkülöníteni.

ELSNER LÁSZLÓ

A vízrajzi kutatásnak a folyószabályozás érdekében történő fejlesztésénél nyomatékosan mutattak rá a fotogrammetria fontosságára. A fotogrammetriai felvétel az egyetlen mód arra, hogy egy hosszabb folyószakasz elhelyezései viselkedését megmutassa. Ugyanis egy folyószakaszban vannak természetes és mesterséges csuklók, amelyek a folyópálya kialakulására lényeges befolyást gyakorolnak. A mesterséges csuklók a hídfők, a természetes csuklók pedig a különböző szabályozási műveletek következtében mutatkozó olyan helyek, amelyek körül a folyó meanderezését általában folytatja. A folyószabályozásnál nem egy rövidebb szakaszt vizsgálunk, hanem éppen a fotogrammetriával nyújtott előnyt kihasználva, olyan hosszabb szakaszt tudunk vizsgálni, ahol a természetes és a mesterséges csuklók szerepe is kibontakozik.

TÓRY KÁLMÁN válasza a hozzászólásokra

A hozzászólók elismerték, hogy igen nagy szükség van a hordalékmérések minél nagyobb kiterjesztésére. A hordalékmérés az, amely a folyószabályozás szempontjából egyike a vízrajzi szolgálat legfontosabb feladatainak. Ugyanis a mederképző vízálláshoz a fenéken görgetett hordalék mérése, a folyó egyensúlyi állapotának vizsgálatához a meder fenekén fekvő hordalékra, a meanderezés kérdésének vizsgálatához pedig a partok anyagára és a kohéziós erő ismertetése van szükség.

A hordalékmozgási vizsgálatok tekintetében főleg a mozgó hordalék vizsgálata szempontjából fontosnak tartja búvárok alkalmazását, hiszen ők tudják a legjobban megállapítani a hordalékmozgás kérdését.

A KISVÍZFOLYÁSOK HOZAMÁNAK MEGHATÁROZÁSÁRA SZOLGÁLÓ MÓDSZEREK*

LÁSZLÓFFY WOLDEMÁR

Ötéves tervünk feladatainak megvalósításában rohamosan növekvő súllyal szerepel a víz. A multban a vizet korlátlanul rendelkezésre álló szabad jószágnak tekintettük. Ma rájöttünk, hogy ipari és öntözési szempontból súlyponti területeinken máris szükséges bizonyult vízkészleteinkkel tervszerű gazdálkodást kell folytatnunk, s ecélből gondosan számba kell vennünk őket.

A vízrajzi kutatás, évtizedekre visszanyúló munkája során, tekintélyes adatanyagot gyűjtött össze nagyobb vízfolyásainkra vonatkozóan. De kisebb vizeinken csak a közelmultban kezdtük el a rendszeres méréseket és mindnyájunk előtt világos, hogy vízkészletük nagyságának megállapítása nem halasztható addig, amíg megfelelő hosszúságú észlelési sorokkal rendelkezünk.

A szokásos statisztikai módszereket tehát közvetett eljárásokkal kell kiegészítenünk. Ezek a közvetett eljárások a természeti-földrajzi alapon megállapított *hidrológiai hasonlóság*ból indulnak ki és *komplex hidrológiai kutatás* néven foglalhatók össze.

*A komplex tudományos kutatás rendszerét a szovjet hidrológusoknak köszönhetjük.*¹ A nagy szocialista forradalom gazdasági célkitűzéseinek megvalósításához bizonyos alapvető hidrológiai adatanyagra volt szükség, amelynek az addig szokásos évtizedes észlelésekkel való megszerzésére nem volt sem idő, sem mód. A szovjet hidrológusok: *Gluskov, Ogievskij, Szokolovszkij, Velikanov* és társaik ezért *természeti-földrajzi alapra helyezkedtek. Nem elszigetelten vizsgálták egy-egy vízmérési szelvény vízjárási viszonyait, hanem nagyobb területek, egész vízvidékek tanulmányozásából indultak ki.* Az ismert vízjárású szelvények vízgyűjtőterületén megállapították a lefolyást befolyásoló domborzati, éghajlati, földtani és biológiai tényezők hatását a vízjárásra külön-külön. Majd ugyanezen, a térképről leolvasható, tényezők ismeretében következtettek, a hidrológiai hasonlóság elve alapján, részletesen nem tanulmányozott vízfolyások vízjárására.

A komplex hidrológiai kutatás során a *földrajzi táj* (fekvés és domborzat) egységét és a víz nagy *fizikai körforgásának* évi ciklusát (csapadék — párolgás =

* Készült a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben.

¹ Lásd a balti államok Leningrádban 1933 szeptemberében tartott IV. hidrológiai konferenciájának iratait, különösen *Gluskov V.* (8), *Markov F.* (12), és *Velikanov M.* (27) tanulmányát.

lefolyas) szem elott tartva, elsosorban a teruletegységról az idöegységben átlagosan lefolyó vízmennyiséget (= a fajlagos lefolyás hosszúidejű átlaga, liter/sec. km²) határozzuk meg. Különböző szerzők részben grafikus, részben numerikus összefüggéseket állapítottak meg az egyes vízgyűjtőterületek évi átlagos csapadéka és párolgási vesztesége között. Ha az utóbbit meghatározzuk és kivonjuk a csapadék évi összegéből, megkapjuk az *átlagos lefolyási magasságot* (h, mm), amelyből az 1 km²-ről másodpercenként lefolyó átlagos vízhozam

$$q = \frac{1\,000\,000 \text{ [m}^2\text{]}}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ [sec]}} \cdot \frac{h \text{ [mm]}}{1000} \cdot 1000 = \frac{h}{31,5} \text{ [l/sec} \cdot \text{km}^2\text{,]}$$

vagyis 100 mm lefolyási magasságnak $q = 3,17$ l/sec. km² fajlagos lefolyás felel meg. A lefolyási magasság és a csapadék közötti összefüggést nagyobb-számú mérési adat alapján először *Keller* mutatta ki.² Lineáris összefüggést állapított meg, és megszerkesztette az erősen szóródó értékek felső és alsó burkolóvonalát is. Mivel az alsó burkolóvonal a melegebb éghajlatú vízgyűjtőterületeknek felelt meg, ahol nagyobb a párolgás, önként adódott az a gondolat, hogy az évi lefolyás magasságát a csapadék és az évi középhőmérséklet függvényében vonalsereggel ábrázolják. Erre az útra *Wundt* és *Coutagne* tért rá az időközben megszorodott mérési adatokra támaszkodva. *Pardé* rámutatott, hogy nem elég az évi középhőmérsékletet nézni, a párolgás nagysága szempontjából jelentős a hőmérséklet évi menete is.³ Elképzelhető ugyanis két olyan vízgyűjtőterület, amelyeknek évi átlagos csapadéka és középhőmérséklete azonos, de a hőmérsékleti ingadozás tágasságában eltérnek. Nyilvánvaló, hogy ott, ahol forróbb a nyár (és hidegebb a tél), nagyobb az évi elpárolgás (és kisebb az évi átlagos lefolyás), mint a kevésbé szélsőséges éghajlatú helyen.

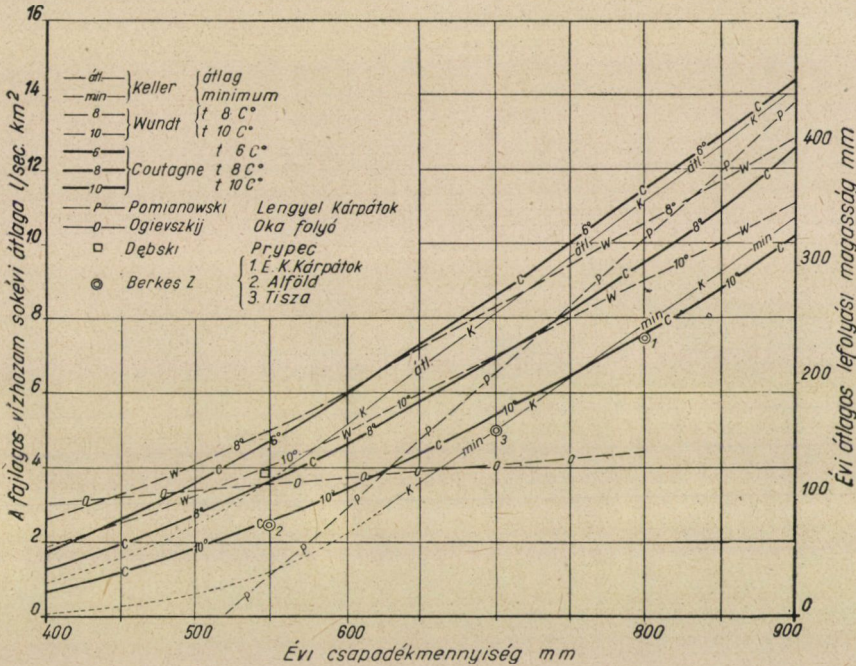
Az 1. ábrán egységes alakban feltüntetett empirikus összefüggések közül, a szovjet és lengyel adatok összehasonlító mérlegelése után, *magyar viszonyokra első közelítésben Coutagne görbéit tekinthetjük leginkább elfogadhatónak*. Mindazonáltal — figyelembe véve *Berkesnek* az Alföldre számított pontját, valamint *Dub* Szlovákiára vonatkozó lefolyási adatait — lehetséges, hogy erősen kontinentális éghajlatunkra *Coutagne* görbéi a valóságos lefolyásnál kissé nagyobb értékeket adnak.

Az 1. ábra segítségével az éghajlati jellemzők alapján a fajlagos lefolyás sokévi átlagára kapott értékeket a morfológiai, földtani és biológiai tényezők helyi alakulásának megfelelően, a rendelkezésre álló mérési adatokra támaszkodva, helyesbíteni kell. A vízhálózat sűrűsége, az állóvizek felületaránya az

² *Keller H.* : Niederschlag, Abfluss und Verdunstung in Mitteleuropa. Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Bes. Mitteilungen, Bd. 1, Nr. 4, Berlin 1906. — Munkáját bőségesebb adatanyag alapján *Fischer K.* egészítette ki (1921). A szakirodalomban az alapösszefüggéseket gyakran az utóbbi neve alatt idézik.

³ *M. Pardé* : Les facteurs géographiques du bilan annuel de l'écoulement fluvial. *Hydrologiai Közöny*, XXIX. évf. 5–6. szám, Budapest, 1949.

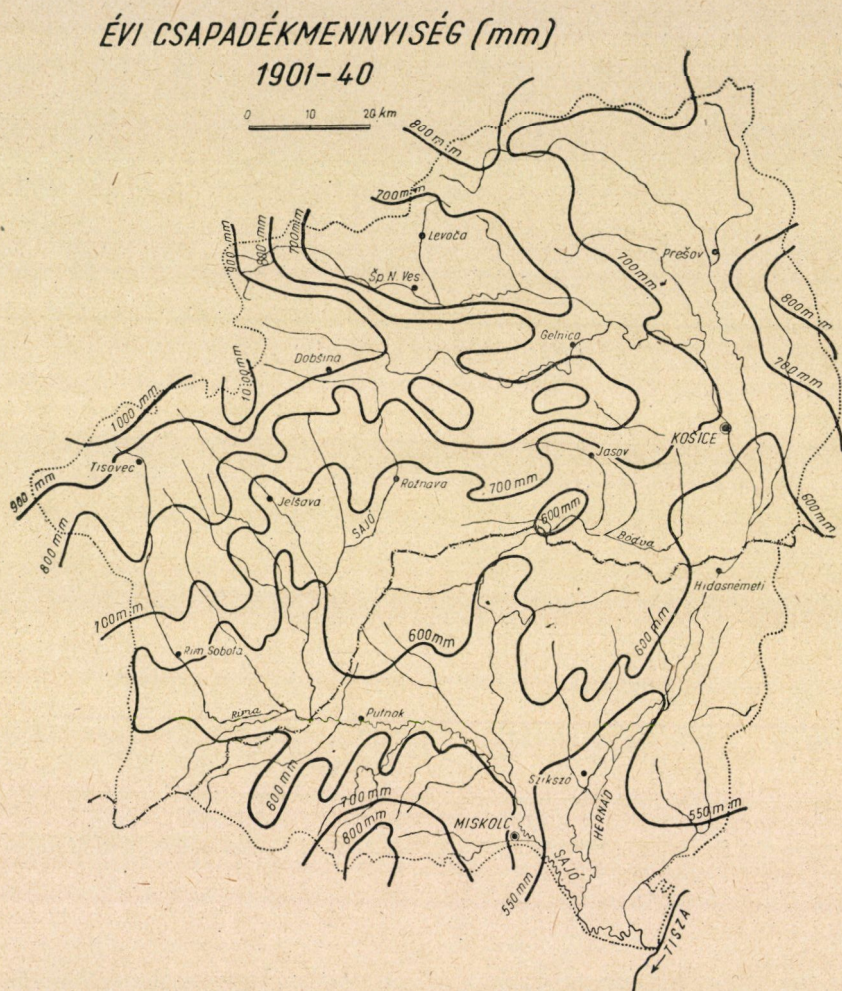
egész vízgyűjtőhöz képest, a felszín átteresztőképessége és növénytakarója ill. művelési módja lényegesen módosíthat a kezdeti értékeken. Mindazok a tényezők, amelyek növelik a lefolyás sebességét (pl. kopár szikla, meredek völgyoldalak) vagy a beszivárgást (átteresztő talaj, karsztvidék), csökkentik a párolgási veszteséget és így — évi átlagban — növelik a csapadék lefolyó hányadát. Azok a tényezők viszont, amelyek lassítják a lefolyást (síkság, a felszíni vizeket tároló teknők, mikrodomborzat), vagy gátolják a beszivárgást (vízzáró felszín, elsősorban a szabad vízfelületek) elősegítik a párolgást és ezáltal mérséklék a lefolyást.



1. ábra. Az évi átlagos lefolyás a csapadék függvényében különböző kutatók szerint

Nem dönthető el általánosságban a növénytakaró hatása. Az erdő alomtakarója pl. sok vizet vesz fel, tehát úgy hat, mint az átteresztő felszín: csökkenti az évi elpárolgás mennyiségét és növeli a lefolyást. De ezt a hatást bőven elenyésztja a fák lombkoronáján felfogott és már onnan elpárolgó víz mennyisége (intercepció), továbbá a mélyrenyúló gyökérzet nagy vízvonása a talajból. A felszántott kultúrtalaj több vizet vesz magába, mint a feltöretlen ugar, de többet is párologtat el és hidrológiai szerepét lényegesen befolyásolja a művelési módja (gabonaneműek vagy kapások, vízszintesen vagy esésben futó barázdák, szárazművelés vagy öntözéses gazdálkodás). A mezőgazdasági művelési módja, tehát a mikrodomborzat és a mindenkori növénytakaró döntőben befolyásolhatja a lefolyás alakulását, mint sok más szembeesőbb tényező.

A 2. és 3. ábrán feltüntetett évi átlagos hőmérsékleti és csapadék adatok alapján, és a 1. ábrán közölt összefüggések segítségével, a Sajó vízgyűjtőterületének számos pontjára meghatároztuk a fajlagos lefolyás sokévi átlagát és a kapott pontok közé a domborzat figyelembe vételével izometrikus vonalakat



2. ábra. A Sajó vízgyűjtőterületének átlagos csapadéka, mm.

szerkesztettünk (4. ábra). A határainkon túl fekvő csehszlovák területen *Dub Otto* adatait is felhasználtuk.⁴ E térképről a Sajómedence bármelyik pontjára vonatkozóan meghatározhatjuk mérlegelt átlagképzéssel az évi átlagos

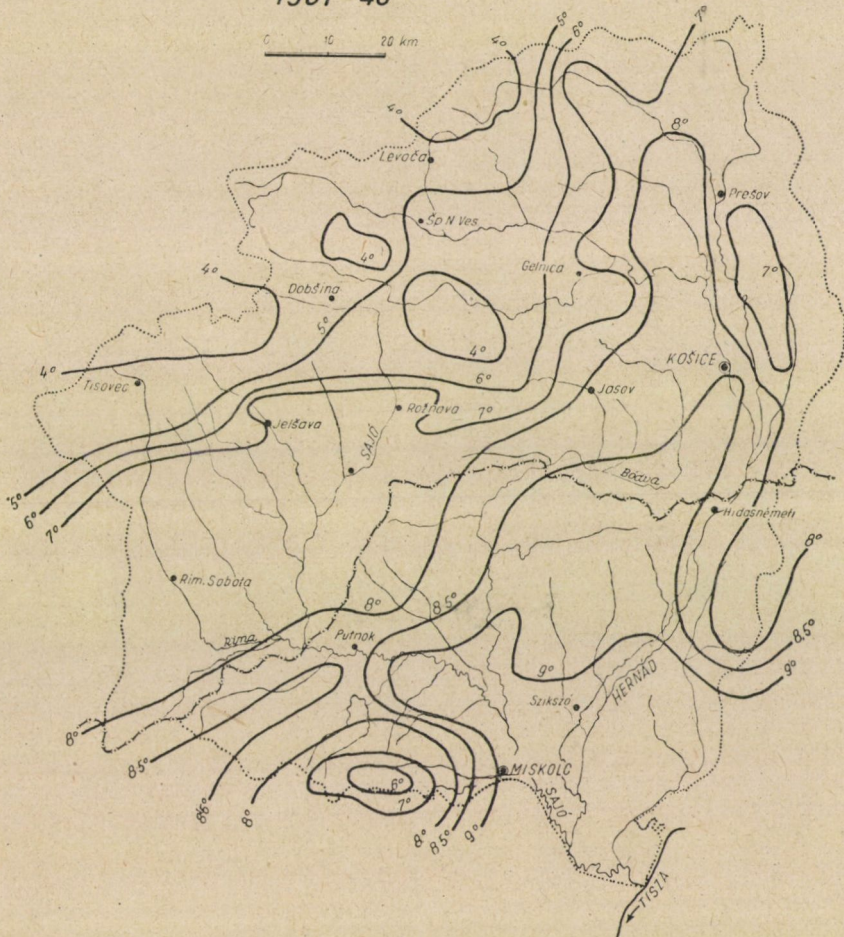
⁴ Lásd: Csehidi Géza ismertetését a *Hidrológiai Közöny* 1949. évi 9-10. számában a 275. oldalon.

lefolyas nagyságát. Ha ugyanis a kérdéses ponthoz tartozó vízgyűjtőterületen a q_1, q_2, \dots, q_n fajlagos lefolyaszt jelző izometrikus vonalakhöz tartozó terület-sávok rendre f_1, f_2, \dots, f_n , a területről átlag

$$q_0 = \frac{q_1 f_1 + q_2 f_2 + q_3 f_3 + \dots + q_n f_n}{\Sigma f} \text{ liter/sec} \cdot \text{km}^2$$

víz folyik le!

ÉVI KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET (C°)
1901-40

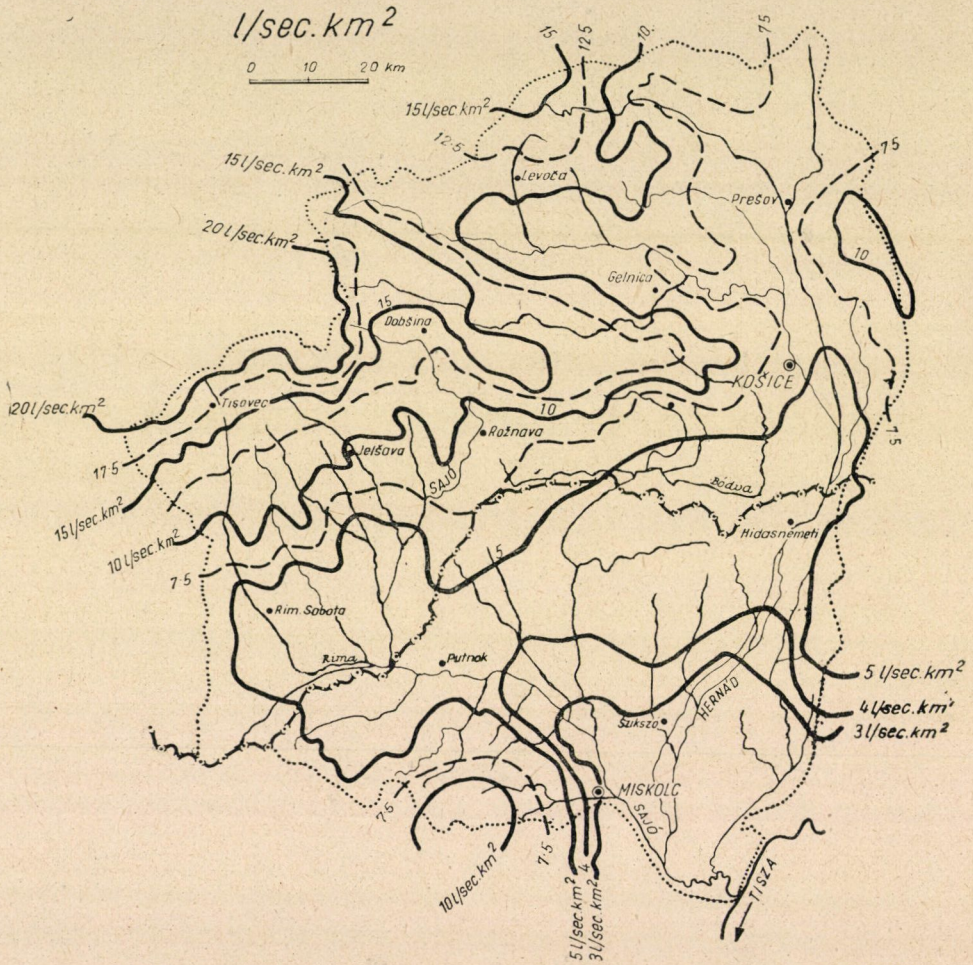


3. ábra. Az évi középhőmérséklet a Sajó vízgyűjtőterületén

Ha a fajlagos vízszállítást valamely vízfolyás több pontjára kiszámítjuk és a kapott értékeket a torkolattól mért távolság (L , km) függvényében ábrázoljuk, a $q = f(L)$ görbe a vízfolyásnak a *fajlagos lefolyas hosszúidejű átlagára szerkesztett hidrológiai hosszúidejű* adja (5. ábra). Mivel olyan vízgyűjtőben,

amelyen a forrásvidék több csapadékot kap, mint a torkolathoz közelebb eső alacsonyabb fekvésű részek, a fajlagos lefolyás értékének a forrástól a torkolat felé haladva csökkennie kell, és a mellékfolyók beömlésénél fel kell ugrania (a lépcső nagysága a mellékfolyó vízgyűjtőjének nagyságával és vízjárásának hevedésével arányos), a szerkesztéshez *néhány* számított pont is elegendő. A faj-

A FAJLAGOS LEFOLYÁS SOKÉVI ÁTLAGA

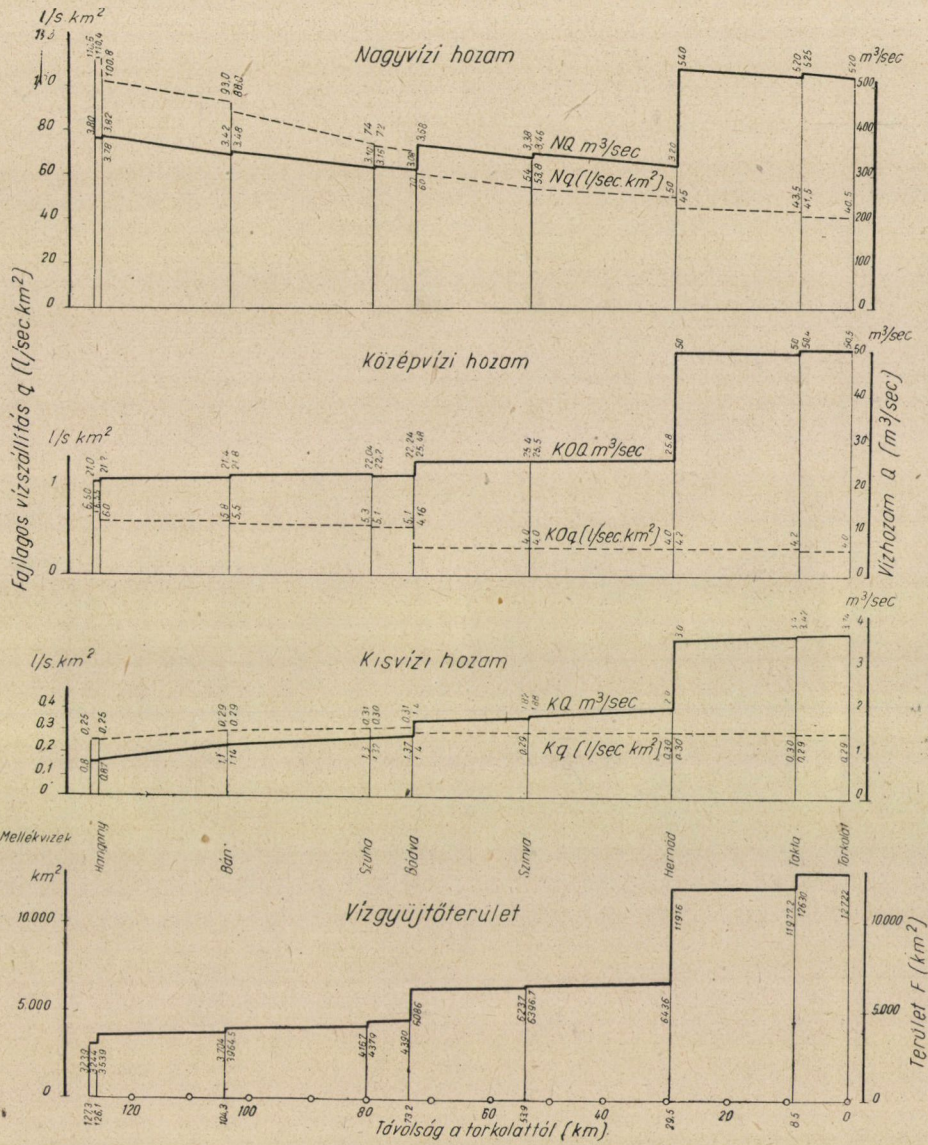


4. ábra. A fajlagos lefolyás sokévi átlaga ($l/sec.km^2$) a Sajó vízgyűjtőterületén

lagos hozamokról a vízgyűjtőterülettel való egyszerű beszorzással áttérhetünk a tényleges középvízhozamokra ($K\ddot{O}Q$, m^3/sec).

Elvileg a középvízekéhez hasonlóan állapítható meg a nagy- és kisvizek közelítő hosszelvénye is.

A nagyvizek hidrológiai hosszszelvényének közelítő meghatározására célszerű — ha semmiféle mérési támaszpontunk sincs — olyan árvíz-számítási képletet



5. ábra. A Sajó magyarországi szakaszának hidrológiai hosszszelvénye

használni, amely megadja a számított vízhozam előfordulásának gyakoriságát is. A Dunántúl nagyobb vízfolyásain megkísérelhetjük pl. *Kreps* képletének alkalmazását ($NQ_{100} = 90 (KÖQ)^{0.67}$, ahol NQ_{100} az átlag százévenként előforduló

árvízhozamot jelenti és $K\ddot{O}Q$ a vizsgált szelvény évi átlagos középvízhozama.)⁵ A kisebbeken jól használhatjuk *Salcher* formuláját, amelyet szerzője az 1, 10 ill. 30 évenként előforduló árvíz számítására, felsőausztriai adatok alapján szerkesztett.⁶ A szerkezeti felépítés szempontjából sokkalta tökéletesebb, és ezért tágabb földrajzi határok között használható szovjet képleteknek csaknem mindegyike olyan, földrajzi fekvés szerint változó, paramétereket tartalmaz,⁷ amelyeknek értékei Magyarország területére sajnos nincsenek megállapítva. Ezért nem alkalmazhatjuk pl. *Ogievskij* professzor árvízi képletét, amely ezidőszert talán a legtökéletesebbnek nevezhető, s amellettt Ukrajnára készült, amiért valószínűleg hazánk kontinentális éghajlati viszonyainak is megfelelne. A földrajzi fekvés szerint változó paramétert nem tartalmazó *Protodljakonov—Boldakov*-féle képlet⁸ természetesen csak közelítő jellegű és ezért kellő óvatossággal kell használni.

Ha a vízfolyás néhány szelvényére meghatároztuk az árvízi hozamot, célszerű kiszámítani a $NQ/K\ddot{O}Q$ viszonyszámot és a fajlagos árvízhozamot: Nq -t is. Ezeknek az értékeknek a hosszszelvény mentén a torkolat felé haladva csökkenniük kell, mert a vízgyűjtőterület növekedésével a vízjárás kiegyenlítettébbé válik. Mivel a mellékfolyók beömlését itt is kisebb-nagyobb lépcsők jelzik, végeredményben fűrészfog alakú ábrát kell kapnunk. Segítségünkre lehet a szerkesztésnél az a meggondolás, hogy két-két mellékvízfolyás között az árvíz tetőző hozamának a hullámtéri (ártéri) tározódás arányában kell csökkennie. Ha tehát a topográfiai térképen követni tudjuk az ártér szélességét, bizonyos, hogy az ártéri hozamok vonalában a szélesebb völgyfenéknek meredekebb esés felel meg mint a szűkületnek. Végeredményben látjuk, hogy a vízfolyás komplex egészként való szemlélete lehetővé teszi az árvízi hozam bármely szelvényben való közelítő megállapítását.

A kisvízi hozamok hosszszelvényének megszerkesztése az eddigieknél is nehezebb, mert a kisvíz alakulásában igen nagy szerepet játszanak a részletes helyszíni vizsgálatok nélkül alig figyelembe vehető *földtani tényezők*. Vannak ugyan képleteink a kisvízhozamok számítására is, de használatukban nem lehetünk elég óvatosak, mert gyakran, — pl. karsztvidéken, — maga a vízgyűjtőterület nagysága ismeretlen, alluviális völgyszakaszokon pedig szelvényről szelvényre változhat az összefüggés a látható meder vízhozama és a párhuzamosan futó talajvíztartó réteg hozama közt. A nehézségek jellemzése céljából idézem *Izkovszki* kevésbé ismert kisvízi képletét,⁹ amely szerint

⁵ *Kreps H.*: Eine neue Hochwasserformel für den Alpenraum. *Wasser- und Energie-wirtschaft*, № 6/7, 1951.

⁶ Lásd: Lászlóffy: A hídnyílások és vízépítési műtárgyak hidrotechnikai méretezéséről. *Mélyépítéstudományi Szemle*, 1951. 6. és 7. szám.

⁷ *A. V. Ogievskij*: Hidrológija szusi. Moszkva, Szel'hozgiz, 1951.

⁸ *B. V. Lebegyev*: Hidrológicseszkije isszledovanija i raszseti pri projektirovanii mosztov i truh. Leningrád, Gidrometeorizdat, 1947.

⁹ Zeitschrift des Ö. J. A. V. 1886, 69. oldal.

a legkisebb vízhozam $LKQ = 0,2 a (K\ddot{O}Q)$

és az átlagos kisvízhozam $KQ = 0,4 a (K\ddot{O}Q)$

A domborzattól és a növénytakarótól függő a tényező értéke »átlagos« viszonyok közt 1-nek vehető, de leszállhat 0,3-ig, sőt kis vízgyűjtőterület esetén zérusig (= kiszáradó vízfolyás), és nagyon kiegyenlített vízjárású vízfolyásokon elérheti az 1,5 értéket. A számítás bizonytalansága tehát — mint látjuk, — igen nagy.

A földtani tényezők számbavételének nehézségei miatt a kisvízhozam számítására szolgáló képletek csupán *nagyobb vízgyűjtőterületekre* alkalmazhatók, amelyekben a geológiai felépítés különbözőségei kiegyenlítődnének és már az éghajlat és domborzat hatása az uralkodó. Azonban a földrajzi fekvés szerint változó paraméterek miatt éppen a leggondosabban felépített szovjet képleteket nem használhatjuk, — ilyen lenne pl. *N. D. Antonové* — és csupán az egyszerűbbekre támaszkodhatunk, amelyek szükségképen közelítő jellegűek. *M. S. Sevelev* szerint pl. *a fajlagos kisvízhozam* :

$$Kq = 0,155 F^{0,034} q_0^{0,94} \text{ [l/sec. km}^2\text{]}$$

ahol F a vízgyűjtőterület nagysága km^2 -ben és q_0 a fajlagos lefolyás hosszú-idejű átlaga.

Nagy segítséget nyújt a kisvízhozamok hosszszelvényének számításában a mérési adatokra támaszkodó becslés ill. a segítségével az egymást követő szelvényekre levezetett $KQ/K\ddot{O}Q$ viszonyszám és a fajlagos kisvízhozam (Kq) értéke. Ez utóbbi a vízgyűjtőterület növekedésével csökken, míg a viszonyszám lassú ütemben növekszik. A vízfolyás teljes egészében való vizsgálata itt is mentesít a durva hibáktól.

A hidrológiai hosszszelvények és a segítségükkel szerkeszthető áttekintő térképek a lefolyási viszonyok *térbeli alakulásáról* adnak képet. Ha az *időbeli változásokat* kutatjuk olyan szelvényben, amelyre vonatkozóan nincsenek észlelési adataink, ismét a *hidrológiai hasonlóság* alapján járhatunk el. E célból a részletesen tanulmányozott szelvények mindegyikére és mindenegyik hónapra kiszámítjuk a havi közepes vízhozamoknak az évi közepes vízhozam százalékában kifejezett értékét. Ezzel a módszerrel nemcsak ellenőrző összehasonlításokra nyílik mód, hanem interpolálásra is. Ezekután az évi átlagos vízhozam ismeretében bármely szelvényre kiszámítható az egyes hónapok átlagos hozama.

Az alábbi táblázatban a Sajó két részletesebben tanulmányozott szelvényére adjuk meg a vízjárás évi ciklusát jellemző viszonyszámokat. Noha csak egyetlen évtized adataiból számított értékekről van szó, általános tájékoztatásra megfelelnek. Az adatok tüzetesebb vizsgálata során kitűnik, hogy Felsőzsolcán a havi nagyvizek (NQ és KNQ) viszonylagos értéke általában kisebb, a kisvizeké (KQ és KKQ) általában nagyobb, mint Bánrévén. Ennek így is kell lennie, mert a bánrévei szelvény vízgyűjtőterülete csupán $3,239 \text{ km}^2$, míg

a felszólcai kerekén kétakkora: 6.445 km², a vízgyűjtőterület növekedésével pedig a vízjárás kiegyenlítettebbé válik. Ebből viszont az is következik, hogy a levezetett viszonyszámok kisebb vízgyűjtőterületű szelvényekre csak megfelelő módosítással alkalmazhatók. Meg kellene ezért vizsgálnunk, hogy hogyan változnak a viszonyszámok a vízgyűjtőterület nagyságának függvényében. Ilyen vizsgálatokhoz egyelőre csak 2—3 éves adatsorok állnak rendelkezésünkre, és így korai lenne számadatokat közölni.

A havi jellemző vízhozamoknak az évi középvízhozam 10 éves átlagához viszonyított értéke a Sajó bányarévi és felszólcai szelvényében. (Az 1940/49. évi adatok alapján.)

	Mérce	XI.	XII	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII	VII.	IX.	X.
NQ legnagyobb vízhozam	B	10,0	3,8	6,2	12,0	16,9	5,7	7,1	7,6	3,8	3,2	2,4	7,2
	F	7,3	3,3	3,9	9,8	19,0	9,8	3,9	5,1	2,9	2,2	1,7	2,2
KNQ, közepes nagyvíz (az egyes években észlelt maximumok középértéke)	B	3,0	1,9	1,7	3,1	5,7	2,9	2,7	2,7	2,1	1,4	0,8	1,3
	F	2,1	1,5	1,5	2,4	5,4	2,7	1,9	1,9	1,7	1,0	0,7	0,7
KÖQ, középvízhozam	B	1,32	0,94	0,72	0,95	1,92	1,57	1,32	1,12	0,87	0,52	0,33	0,39
	F	1,08	0,90	0,80	1,04	1,92	1,45	1,23	1,14	0,92	0,62	0,45	0,46
KKQ, közepes kisvíz	B	0,46	0,51	0,34	0,36	0,71	0,83	0,89	0,48	0,44	0,24	0,18	0,19
	F	0,55	0,58	0,45	0,49	0,82	0,92	0,78	0,67	0,61	0,37	0,34	0,34
KQ, legkisebb vízhozam ..	B	0,10	0,12	0,11	0,10	0,20	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,07	0,07
	F	0,14	0,14	0,11	0,12	0,28	0,25	0,23	0,21	0,16	0,14	0,06	0,10

Mindezek a vizsgálatok eleinte csak tájékoztató jellegűek. *Óvakodnunk kell az eredmények túlértékelésétől.* De mégis ezen az úton kell megindulnunk, és a részletes megfigyelési adatok gyarapodásának megfelelően fokozatosan finomítanunk a kezdetben nyers képet.

A kisebb vízfolyások vízjárásának tanulmányozásánál még akkor is döntő szerepet játszik a komplex hidrológiai kutatás, *ha történetesen vannak vizállás-feljegyzéseink,* sőt néhány vízhozammérést is végeztek. A kisvízfolyások hidrológiai jelenségei ugyanis órákon belül játszódhatnak le, a naponként egyszeri vagy kétszeri mérceleolvasások tehát nem adnak róluk hű képet. A vizállások és vízhozamok összefüggése pedig olyan szeszélyesen változik, hogy szórványosan végzett mérések adataiból nem lehet a lefolyó vízhozamokra megbízhatóan következtetni. A vízrendszer egységes szemlélete és az összefüggések oknyomozó vizsgálata azonban biztos támpontot ad az ilyen hézagos anyag feldolgozásához.

*

A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet felállításával hazánkban is megindult a komplex hidrológiai kutatás. Az alapvető munkálatok a következők:

1. A felszíni vízgyűjtőterületek részletes kimutatásának elkészítése,
2. a vízgyűjtőterületek átlagos csapadékának meghatározása,
3. vízhozamstatisztika vezetése a kiválasztott nyilvántartási szelvényekre vonatkozóan és
4. az észlelői hálózat fejlesztése különösen a regisztráló műszerek számának növelésével és a vízhozammérések szaporítása.

Ezt a munkát jelentős mértékben támogatja a *Tudományos Akadémia*. Hidrológiai Főbizottsága révén egyrészt tudományos szempontból ellenőrzi az Intézet működését, másrészt megbízásából készül a »Magyarország felszíni vizei« c. akadémiai kiadvány, az eddigi vízrajzi adatgyűjtés foglalata, a további haladás bázisa.

Másik segítőnk a *Magyar Hidrológiai Társaság*, amely a hidrológia különböző határterületeinek művelőit fogja össze a komplex feladatok megoldására.

Mindez azonban nem elég. A hidrológiai kutatás, mint láttuk, földrajzi egységekhez, vízgyűjtőterületekhez van kötve. S mivel legtöbb folyónk határainkon túl ered, nélkülözhetetlen

1. a szomszédos államok szakintézményeivel való kölcsönös együttműködés is : egyrészt a mérési eljárások és adatfeldolgozási módszerek kölcsönös megismerése és lehető egységesítése, másrészt az észlelési anyag és kutatási eredmények rendszeres kicserélése. Éppígy szükséges

2. a népi demokráciák hidrológusainak rendszeres és közvetlen tapasztalatcseréje, aminek megoldásaként javasolom

- a) nemzetközi hidrológiai konferenciák kétévenkénti szervezését úgy, ahogy a Szovjetunió irányításával a Balti-tenger parti államai tették,¹⁰

- b) a nemzetközi hidrológiai bibliografiák egységes alakban való évenkénti kiadását és kölcsönös cseréjét a J. Smetana prágai professzor javasolta módon,¹¹ és végül

- c) nemzetközi hidrológiai folyóirat megindítását.

3. Javasolom, hogy a nemzetközi hidrológiai együttműködés megszervezése és ápolása állandójellegű nemzetközi tudományos bizottságra bízassék, és hogy annak megalakítására a *Magyar Tudományos Akadémia tegye meg a szükséges lépéseket*.

¹⁰ A balti államok hidrológiai konferenciáit, amelyek döntő módon hozzájárultak az érdekelt államok hidrológiai kutatásának fejlődéséhez, először 1926-ban Rígában rendezték meg. A további konferenciák helye és éve a következő : 1928-ban Tallinn, 1930-ban Varsó, 1933-ban Leningrád, 1935-ben Helsinki és 1938-ban Berlin. A konferenciák különböző világnyelveken kiadott iratai a hidrológiai kutatás valóságos kincseshányái.

¹¹ Instructions pour l'établissement de la bibliographie hydrologique internationale. Praha, 1925.

HOZZÁSZÓLÁSOK

CSERMÁK BÉLA

Eddig hazai viszonylatban általában kétféleképpen történt kisvízfolyásaink jellemző hozamainak meghatározása.

a) Ha sürgős véleményadásról van szó, akkor némi kiinduló alapot a volt Vízirajzi Intézet mérései szolgáltatottak. Ezek azonban kisvízfolyásainkon csak néhány éve folynak, másrészt a mérések zöme természetesen a közepes kisvíz tartományára esik. Így évtizedes helyismerettel rendelkezőket kellett még felkutatni és bizonyos kritikának alávetve az ő véleményüket kellett mérve adónak elfogadni.

b) Ha hosszabb idő állt rendelkezésre, akkor a megjelölt vízfolyásokon, vagy részvízgyűjtőterületen — számítva különféle zavaró körülményekre és beavatkozásokra (mederváltozások, jókarbahelyezés, ismeretlen vízelvonások, a mérce megrongálása vagy eltűnése, stb.) — fölös számú mérce került elhelyezésre és megindultak a rendszeres vizállásészlelések és vízhozammérések. Szerencsés esetben így tényleg észlelhetők, ill. mérhetők voltak a jellemző értékek; egyébként pl. egy átlagos csapadékelosztású esztendőben azonban nem, és megint csak az előbbi módszerhez kellett folyamodni.

A komplex kutatásnak bizonyos alapanyagra szüksége van. A vízrendszer egységes szemléletével azonban a hézagos anyag kiértékeléséhez biztos támpontot nyerünk; adatszolgáltatásunk így megbízhatóbb és gyorsabb lesz.

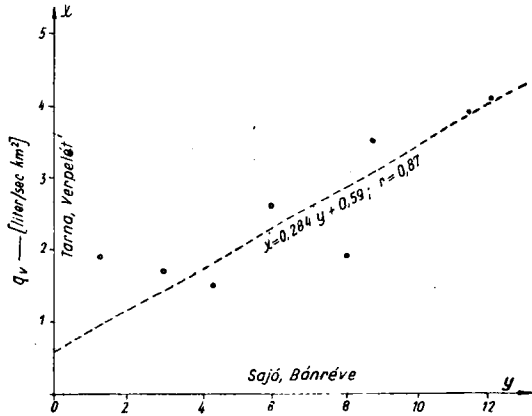
A komplex kutatás nem kívánja meg a mércéknek, észleléseknek és méréseknek olyan hatalmas számát, amelyet eddigi izolált vizsgálatainknál nélkülözhetetlennek tartottunk, így — a minőség megjavításán felül — a gazdaságossága sem vitatható.

SZESZTAY KÁROLY

Kisebb vízfolyásoknál találkozunk olyan feladatokkal, amelyeknél a vizsgálandó mederszelvényről rövid időszakra (3—4 vagy legfeljebb 8—10 évre) terjedő vízjárási adatok állanak rendelkezésre. Az ilyen idősorok túlságosan rövidek ahhoz, hogy belőlük átlagértékek és más statisztikai paraméterek értékét a gyakorlat kívánta pontossággal levezethessük, de rendkívül hasznosak lehetnek a hidrológiai analógia-módszer alkalmazásának elősegítése tekintetében.

Ha ugyanis a vizsgálandó vízgyűjtőterület és a szomszédságában lévő valamelyik hosszú észlelési adatsorral rendelkező vízgyűjtőterület között — a soron következő példán bemutatott módszerrel — sikerül elegendően szoros kapcsolati összefüggést (korrelációt) meghatározunk, akkor a rövid adatsort megfelelő pontossággal meghosszabbíthatjuk a kiegészítőül felhasznált hosszú adatsor terjedelmének megfelelően.

A túloldali ábrán a táblázatban összefoglalt, nem egész három évi lefolyási adatok felhasználásával a Tarna folyó verpeléti szelvénye és a Sajó folyó bánrévei szelvénye között határoztunk meg kapcsolati vonalat a lefolyási adatok negyedévi átlagértékére vonatkozóan.



A fajlagos lefolyás havi és negyedévi átlagértékei

$$\left(\frac{\text{lit/sec}}{\text{km}^2} \right)$$

Táblázat

Év	Hónap	Tarna Verpelét F=568 km ²		Sajó Bánréve F=3156 km ²		Év	Hónap	Tarna Verpelét F=568 km ²		Sajó Bánréve F=3156 km ²	
1950	Január.....	3,5		4,5		1951	Július.....	0,6		4,2	
	Február....	—	2,6		6,0		Augusztus..	2,5	1,7	2,9	3,0
	Március ...	1,7		7,5			Szeptember..	2,0		2,0	
	Április	3,3		7,4			Október ...	0,7		1,7	
	Május.....	1,1	1,5	4,0	4,3		November..	1,6	1,1	2,2	2,1
	Június.....	0,2		1,5			December	1,1		2,3	
	Július.....	0,1		1,2		1952	Január.....	2,1		4,5	
	Augusztus..	0,1	0,1	0,7	0,8		Február....	3,0	3,5	9,2	8,7
	Szeptember..	0,1		0,6			Március ...	5,4		12,4	
	Október ...	0,2		0,9			Április	4,3		24,4	
	November..	0,9	1,9	4,8	8,0		Május'.....	4,1	3,9	6,8	11,5
	December .	4,7		18,2			Június	3,4		3,5	
1951	Január.....	0,9		6,4			Július.....	2,0		1,3	
	Február....	7,5	4,1	8,9	10,1		Augusztus..	1,9	1,9	0,7	1,3
	Március ...	3,9		21,0			Szeptember..	1,8		1,9	
	Április	gyanús adatok									
	Május.....	gyanús adatok									
	Június.....	gyanús adatok									

A *Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet* kiadványából átvett havonkénti lefolyási átlagértékek közvetlen feldolgozással nem mutattak elfogadhatóan szoros kapcsolati vonalat, ezért kellett áttérni az adatok negyedévenkénti összevonására. A kétváltozós korreláció számítási módszereivel meghatároztuk a két szelvény

$$x = 0,284y + 0,59 \left(\frac{\text{lit/sec}}{\text{km}^2} \right) \quad (1)$$

kapcsolati egyenletét, amelynek segítségével a hosszabb és megbízhatóbb vízjárási adatsorral rendelkező bányrévi szelvény y negyedévenkénti lefolyási átlagértékéhez számítható a rövid lefolyási adatsorral rendelkező verpeléti szelvény vízszállításának x negyedévenkénti átlaga.

Az (1) összefüggés megbízhatóságát $r = 0,86$ korrelációs tényező jellemzi, vagyis a kapcsolati vonal a gyakorlat igényeit kielégítő pontossággal alkalmazható. A korreláció szorosabbá válik, ha áttérünk a félévi vagy évi átlagértékek vizsgálatára, másrésztől viszont valamely kapcsolati vonal a gyakorlat szempontjából annál értékesebb, minél rövidebb időszak átlagértékének meghatározását teszi lehetővé.

Ogievskij A. V. — 1951-ben megjelent "Gidrologija szusi" ("A szárazföld hidrológiája") c. tankönyvében — utal arra, hogy szerencsés esetben (közel-fekvő és szoros fizikai-földrajzi hasonlóságot mutató vízgyűjtőterületeknél) a havi, tíz-napi, sőt öt-napi lefolyási átlagértékek kapcsolati vonalát is sikerül meghatározni a szomszédos vagy egymáshoz csatlakozó vízgyűjtőterületek vizsgálatánál.

Az átlagértékek komplex vizsgálata mellett gondolnunk kell más hidrológiai paraméterek — elsősorban a C_v variációs tényező — hasonló jellegű tanulmányozására is. A szovjet hidrológia-könyvekben gyakran látunk izometrikus vonalakkal ellátott hidrológiai térképeket az egyes tájegységek vízjárásának változékonyságát jellemző variációs tényező értékeire is.

Ilyen komplex feldolgozásokhoz természetesen a mainál bővebb és részletesebb vízrajzi adatanyagra van szükség.

SZIJJÁRTÓ ZOLTÁN

Előadó javaslataiban beszélt a nemzetközi bibliográfia fontosságáról, és megemlítette, hogy a jelenleg folyó dokumentációs irodalmi anyag feldolgozására feltétlenül szükség van. Az előadása is azt mutatta, hogy ez a komoly tudományos munka semmiképp sem lehetséges a szomszédos népi demokráciák és a Szovjetunió irodalmának ismerete nélkül. A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet ezzel kapcsolatban kezdeményező lépést tett, és vízimérnöki vonalon megindította a Magyarországon megjelent cikkeknek, tudományos értekezéseknek dokumentálását. A munka kétségtelenül hatalmas, és javasolja, hogy a Tudományos Akadémia segítse elő a vízügyi bibliográfia magyar anyagának minél hamarábbi összeállítását.

KOVÁCS GYÖRGY

Az előadó által ismertetett módszer, mely a fajlagos közepes vízhozamok megállapítására vonatkozott, kétségtelenül statisztikai módszer. Amint tudjuk jól, a Szovjetunió akadémiajában éppen vita folyik, illetőleg folyt a statisztikai

és genetikai módszerek összehasonlítása tárgyában. Az eredmény pillanatnyilag a kétféle módszer együttes alkalmazása felé mutat.

Azonban előadó is rámutatott arra, hogy a közepes vízhozamok megállapításánál a genetikai kérdésre is ki kell térni. Ezt egy példával szeretné alátámasztani. *G. N. Petrovszovjet* kutatónak a Szovjet Akadémia kiadásában megjelent közleménye a Mongol Szocialista Köztársaság kisebb vízfolyásainak, tehát éppen a most tárgyalt esethez hasonló vízfolyásoknak a vízhozamát vizsgálja. Megállapítja, hogy ezeknél a vízfolyásoknál 1932-től 1940-ig lényeges vízhozam-csökkenés állott elő, 1940 után a vízhozamok fokozatosan ismét növekedni kezdtek. Lehet periodikus meteorológiai okokra is gondolni, azonban szerző bemutatja, hogy a szomszédos területek vízfolyásainál ez a vízhozam-változás nem következett be. Ebből azt a következtetést vonja le, hogy — mivel a kérdéses területen éppen 1932-ben kezdődött meg a szocialista mezőgazdaság, és az addigi sekély-szántással szemben a mélyszántás, de egyéb szocialista mezőgazdasági módszerekkel egészen alapvető változásokat vezettek be a terület mezőgazdaságában — a nagy vízhozam-változásokat feltétlenül ezek a mezőgazdasági okok indították.

Ez a példa is azt igazolja, hogy a kisvízfolyások vízhozamának meghatározási módjánál egy mindenre kiterjedő teljes komplex vizsgálatra van szükség.

MOSONYI EMIL lev. tag

Előadó által bemutatott anyag és az általa alkalmazott vizsgálat meggyőző arról, hogy az országos viszonylatban megkezdődött hidrológiai kutatás kisvízfolyásaink vízgyűjtő területének komplex-vízgazdálkodási problémáit helyesen meg fogja oldani, illetőleg a vízgazdálkodási tervezést a helyes irányban tudjuk folytatni. Itt elsősorban az ivó és ipari vízellátásra, majd a mezőgazdasági vízszolgáltatásra és egyéb vízgazdálkodási ágak kielégítésére gondolunk.

Felhívja a figyelmet arra, hogy ezt a módszert ki kell egészíteni valami olyan ábrázolási móddal is, amely a vízkészleteket kapcsolatba hozza a fogyasztással.

A szerző által bemutatott grafikonok mutatják a nagyvíz, a középvíz, a kisvíz fajlagos vízhozamát.

A módszer kiegészítése pedig olyan ábrázolási mód lehet, amely megadja, milyen valószínűséggel várható valamilyen hosszabb időszak közepes vízhozamának és jellemző fogyasztási méretének összeesése. Mert, ha pl. egy vízfolyást öntözési szempontból nézünk, akkor azoknak a kisvízhozamoknak valószínű előfordulását kell keresni, amely az öntözési időnyre esik.

Vagy pl. ha ismeretes a telepítendő iparágak vízfogyasztási grafikonja, akkor azt kell ábrázolni, hogy a vízfogyasztás időszakában milyen valószínűséggel fordulnak elő a különböző vízhozamok. Ezt esetleg ki kell egészíteni vízminőségi adatokkal, hogy mikor milyen szennyezettségű vizek fordulnak elő. Ha így kiegészítjük az adatokat, akkor közvetlenebbül lehet majd olvasni az ábrázolásokon.

IHRIG DÉNES

Ezt a kérdést, melyre az előadó igyekezett módszert adni, népgazdaságunk igénye hozta magával és vetette fel. Az iparosodással kapcsolatban voltak olyan vízgazdálkodási kérdések, amelyekre a hidrológusok csak hiányosan tudtak felelni. Az ország vízkészletének feltárását sürgősen, rövid idő alatt

kell elvégezni, és ezért fontos előadó módszere, amely számotvetve a lehetőségekkel, a komplex hidrológiai kutatásnak ezt a módszerét magyar viszonyokra alkalmazta.

A módszernek van egy kényes pontja éspedig az, amikor a rendelkezésre álló mérésekre támaszkodva, a morfológiai, földtani, biológiai tényezők helyi alakulásának megfelelően az átlagok helyesbítését végzi. Ennek a jósága fogja eldönteni magának az egész módszernek helyességét.

LÁSZLÓFFY_WOLDEMÁR válasza a hozzászólásokra

Szesztay hozzászólása a hidrológiai hasonlóság újabb alkalmazási területére mutatott rá, a rövid idősorok felhasználására és a korreláció számításnak e téren való alkalmazására. Ezt a módszert is figyelembe fogja venni. Ami a variációs tényező és az asszimmetria-tényező kérdését illeti, ezt nemcsak az árvízre lehet alkalmazni, hanem jellemezni lehet bármilyen szelvénynek vízhozamtartóssági görbáját. Ezt a vizsgálatot pl. Szlovákia területére *Dub* professzor elvégezte és térképe a Magyar Hidrológiai Közönyben is megjelent.

Kovács György utalt *Petrov* vizsgálati eredményeire, vagyis, hogy a vízjárás viszonyok a mezőgazdasági kultúra terjedésével megváltoznak. Az emberi befolyások hatását tehát igyekezni fog figyelembe venni, de ez meglehetősen nehéz és legfeljebb odáig jutottak el, hogy a tárolómedencék kiegyenlítő hatásával számolnak.

Mosonyi Emilnek a vízkészlet és vízfogyasztás együttes ábrázolására vonatkozó megjegyzésében foglaltakat a borsodi iparvidék vízgazdálkodási tervének elkészítését végző kutatók már igyekeztek figyelembe venni és így ez a kérdés nem idegen előtte. A különböző valószínűséggel várható vizek ábrázolását illetőleg vízjárás jelleg-görbék eddig a Duna, a Tisza, a Sajó és a Hernád folyókra készültek.

MÓDSZER A VÍZHOZAMGÖRBE EGYENLETÉBEN SZEREPLŐ HÁROM ISMERETLEN EGYIDEJŰ MEGHATÁROZÁSÁRA

DR. ING. J. LAMBOR (Warszawa)

A vízmérleg felállításánál egyik legfontosabb feladatunk a vízhozamgörbe egyenletének pontos meghatározása. A megadott vízállásokhoz tartozó vízhozamok kiszámításához olyan egyenletre van szükség, amely a lehető legjobban megfelel a valóságos állapotnak. Az egyenlet megfelelő meghatározását megnehezíti, hogy három-ismeretlenes magasabbrendű egyenletről van szó, amelyet nem lehet a normálegyenletek felállítására céljából lineáris alakra redukálni.

A hidrológusok bizonyos egyszerűsítéshez folyamodnak: az egyik ismeretlen értékét felvéve, az ismeretlenek száma háromról kettőre csökken. Ez az eljárás, bár bizonyos feltételekhez van kötve, mégis önkényesnek mondható és így az eredményre is kihat. Úgy vélem azonban, hogy a három ismeretlen egyidejű meghatározása is lehetséges, amit az alábbiakban kívánok kifejteni.

*

Kiindulási alapul a vízhozamgörbe klasszikus alakja szolgál, amely *Harlacher*¹ és *Schaffernak* szerint n -ed fokú parabolának tekinthető:

$$Q = a(H + h)^n$$

Ha a *Bubendey*² által ajánlott egyszerű másodfokú függvényt vesszük alapul, amely szerint

$$Q = a + bH + cH^2,$$

a kérdés jelentékeny módon egyszerűsödik, azonban ez az eljárás csak azzal igazolható, hogy könnyen alkalmazható és viszonylagosan jó eredményeket ad.

Az első egyenletben három független változót kell meghatározni: az a paramétert, az n kitevőt és h értékét, amely a $Q = 0$ állapotnak megfelelő vízállást jellemzi.

¹ *Harlacher*: Die hydrometrischen Arbeiten in der Elbe bei Tetschen, Praha 1883.

² *J. F. Bubendey*: Die Gewässerkunde, Leipzig 1911.

Az n kitevő a folyó keresztmetszvényének alakjától függ. Értéke gyakorlatilag 1,0 és 3,5 között, elméletileg pedig 1,5 és 2,5 között ingadozik. Parabolaszélvényre $n = 2,0$, derékszögű négyszögszélvényre $n = 1,5$ és háromszögű szélvény esetén $n = 2,5$. A $\log Q = \log a + n \log (H + h)$ logaritmikus kifejezésben az n kitevő az egyenes és a vízállások tengelye által bezárt szög tangense.

Ha a vízhozamgörbének $Q = a(H + h)^n$ alakú kifejezését fogadjuk el, az egyenlet meghatározása azért is bonyolult, mert a három ismeretlen a , h és n összefüggését nem lineáris, hanem exponenciális vagy logaritmikus egyenlet jellemzi, ami megnehezíti a legkisebb négyzetek módszerével való kiegyenlítést.

Emiatt közvetítő eljáráshoz folyamodnak, amely abból áll, hogy előzetesen felveszik vagy meghatározzák az egyik ismeretlent, leggyakrabban h -t vagy n -t, és aztán határozzák meg a másik két ismeretlent a legkisebb négyzetek módszerének segítségével.

A h érték meghatározására különböző eljárásokat alkalmazunk, amelyek azonban csak közelítő jellegűek. Pl. meghatározzuk a keresztmetszvény »aktív fenékszintjét« a helyi mélységek kiegyenlítésével, a matematikailag jellemzett ideális keresztmetszvény legmélyebb pontját, vagy egy mérési sorozatból képezzük a minimális mélységek átlagát — *Gluskov* professzor, *Pearson* professzor és mások módszereivel — vagy végül közvetlenül leolvassuk a vízhozamgörbéről, ami különösen logaritmushálózatban való ábrázolása esetében egyszerű.

Mindezek az eljárások h nagyságának csak hozzávetőleges értékét adják meg, és közös hibájuk, hogy a meder helyi jellegű mélységeinek befolyását nem tudják teljes mértékben kiküszöbölni. Nem veszik figyelembe, hogy a felvett keresztmetszvény sokkal mélyebb is lehet, mint a szomszédos szélvények vagy a folyó megadott szakaszának ideális szélvénye és ennek következtében a legalacsonyabb »aktív fenékszint« nem azonos a zérus vízszállításhoz tartozó vízállással.

Meg kell említenünk még *Kollis* mérnök módszerét³, amely elég pontos, azonban egész sor közbeeső műveletet tesz szükségessé és ennek folytán nehézkes.

A h érték meghatározásának a valóságot legjobban megközelítő módszere az, amelyet Németországban alkalmaztak az Elbán.⁴

A h mérceállás meghatározásánál ez a módszer abból a megokol. megállapításból indul ki, hogy nem a mérceszélvény legnagyobb mélysége vagy a legmélyebb helyeinek átlaga határozza meg a nulla vízhozam helyzetét, hanem a szőbanforgó szélvényhez tartozó egész folyószakasz gázlóin előfordult legkisebb mélységek középértéke. Ezért meghatározzák különböző észlelési időszakokra vonatkozóan az egyes gázlókon előfordult, megadott vízálláshoz tartozó legkisebb

³ Metody ustaleniia zwiasku matematychnego pomiedzy wodostaniem a objetoscia przeplywu rzek. (A folyók vízállása és vízhozama közötti matematikai összefüggés meghatározásának módszerei.) Prace meteorologiczne i hydrologiczne. Zeszyt IV. 1927.

⁴ Die Bestimmung der Normal-Profile für die Elbe, bearbeitet von der Königlichen Elbestrom-Bauverwaltung zu Magdeburg.

mélységet és ezek középértékét levonják a vízszintből, amivel megkapják a keresett vízállást. Természetesen feltételezve, hogy az esés állandó marad és hogy a megfigyelések tartama alatt a szóbanforgó szakaszon fenékváltozások nem fordultak elő.

Az ily módon meghatározott h érték gyakorlatilag egy bizonyos mércére vonatkoztatható és nem egyéb, mint a szóbanforgó folyószakasz ismert hajózási mélységeinek középértéke. Következésképpen a h szint közelítő meghatározásához elegendő a vízmérce legkisebb vízállásainak középértékét ezzel az értékkel csökkenteni. A pontosság erre az esetre teljesen kielégítő.

Ha az Elba folyó egész pályájára kapott eredményeket összehasonlítjuk, az n kitevők bizonyos összhangját állapíthatjuk meg. Az átlagérték az egyes szakaszok hosszával arányos súlyok figyelembe vételével: 1,55. A jól megegyező adatokból arra következtethetünk, hogy az n kitevő értéke a gyakorlati cél szempontjából elegendő pontos ahhoz, hogy az Elba németországi szakaszára el lehessen fogadni, természetesen az a és h meghatározása után. A vízhozamgörbe egyenletének felállításai ily módon sokkal egyszerűbb volna. Említésre méltó, hogy számos hidrológus szerint nagyobb folyókra nézve általában az $n = 1,5$ állandó érték fogadható el.

Az n kitevő értéke a keresztiszelvény alakjától függ, egy-egy meghatározott szakaszra, vagy a folyó egész pályájára többé-kevésbé állandó és csak kis mértékben változik a szelvényalak módosulásának megfelelően. Ennek alapján megállapíthatjuk, hogy bizonyos folyószakaszokra az n kitevő értékét egyszerűsmindenkorra meg lehetne állapítani, ami nagyon megkönnyítené a vízhozamgörbe egyenletének a gyakorlati céloknak megfelelő meghatározását. Természetesen a görbe egy bizonyos szakaszára gondolunk, mert a szelvény alakja a medereltség mértéke szerint módosul.

Az a és h értéket csak szükség esetén módosítjuk a mederfenék változásainak megfelelően. Ebben az esetben, amikor a vízhozamgörbét több egyenlet jellemzi, amelyek meghatározott vízállásokkal határolt szakaszoknak felelnek meg, az ilyen egyszerűsítés mindenképpen megokolt.

Az állandók közelítő meghatározására és a fentemlített egyszerűsítésekre azért került sor, mert a három független változó egyidejű meghatározása igen nehéz.

Azonban a hibaelmélet alapján meg lehet határozni a függvény három független változóját. Az alábbiakban ismertetem a megoldás módját, amely semmiféle gyakorlati nehézséggel nem jár és a keresett értékek pontos meghatározását lehetővé teszi.

A legkisebb négyzetek módszere alapján helyesbíthetjük bizonyos elvek alkalmazásával az egyes mérési adatokat, ha kapcsolatuk nem is lineáris. Abban az esetben, ha a változók közt az

$$f(x, y, z \dots \dots \dots) = L$$

függvénykapcsolat áll fenn, az összetartozó észlelési adatok egy-egy csoportjára felírható az

$$f_i(x, y, z, \dots) = L_i$$

összefüggés, és az

$$f_i(x, y, z, \dots) - L_i = \Delta_i$$

hiba-egyenletekből kiindulva, könnyen felállíthatók a normálegyenletek, amelyek segítségével meghatározható az x, y, z, \dots ismeretlenek legmegbízhatóbb értéke a

$$[p \Delta \Delta] = \min.$$

feltétel alapján, amennyiben az ismeretlenek száma kisebb az észlelési adatcsoportok számánál.

Lineáris összefüggések esetén ez a számítás nagyon egyszerű, semmi nehézséggel nem jár és szelvében használatos. Nem lineáris függvény esetében a véges növekmények tételének alkalmazásával közelítő értékekhez folyamodunk, természetesen feltéve, hogy a sor konvergens. Tehát az x, y, z valódi értékek helyett az

$$x_0, y_0, z_0, \dots$$

közelítő értékekkel számolunk, amelyeket a ξ, η, ζ ismeretlen javítással kell növelni. Ez utóbbiakat az x, y, z, \dots független változókra fentebb felírt hiba-egyenletek segítségével kapjuk. Vagyis a keresett ismeretlenek legmegbízhatóbb értékei:

$$x_0 = x_0 + \xi, \quad y = y_0 + \eta, \quad z = z_0 + \zeta$$

és az i -edik hibaegyenlet a következőképpen alakul:

$$\Delta_i = a_i \xi + b_i \eta + c_i \zeta + l_i \quad (1)$$

ahol a_i, b_i, c_i az $f_i(x, y, z, \dots)$ függvény x, y, z független változók szerinti parciális differenciálhányadosai:

$$a_i = \frac{\partial f_i}{\partial x} \sim \left(\frac{\partial f_i}{\partial x_0} \right), \quad b_i = \frac{\partial f_i}{\partial y} \sim \left(\frac{\partial f_i}{\partial y_0} \right), \quad c_i = \frac{\partial f_i}{\partial z} \sim \left(\frac{\partial f_i}{\partial z_0} \right) \quad (2)$$

(a Taylor-sor egynél magasabb hatványon szereplő tagjait elhanyagoltuk) amíg az l_i tag:

$$l_i = f_{0i}(x_0, y_0, z_0, \dots) - L_i$$

a függvény közelítő és észlelt értéke közötti különbséget fejezi ki.

Esetünkben a rendelkezésünkre álló Q_i, H_i értékpárok alapján a

$$Q = \alpha (H + h)^n$$

képlettel jellemzett vízhozamgörbe egyenletében szereplő α, h és n ismeretlenek legmegbízhatóbb értékét kívánjuk meghatározni.

Ismerjük a független változók $\alpha_0, h_0,$ és n_0 közelítő értékét, amelyet a log. hálózatban felrajzolt vízhozamgörbéről olvastunk le, vagy a fentebb említett eljárások valamelyikével határoztunk meg.

A legmegbízhatóbb értékek tehát :

$$\alpha = \alpha_0 + \xi, \quad h = h_0 + \eta, \quad n = n_0 + \zeta$$

A fenti (1) és (2) kifejezéseknek megfelelően a hibaegyenletek a következők :

$$\delta_i = f_{0i} + \frac{\partial f_i}{\partial \alpha} \xi + \frac{\partial f_i}{\partial h} \eta + \frac{\partial f_i}{\partial n} \zeta - L_i$$

$$\text{ahol } f_{0i} = \alpha_0 (H_i + h_0)^{n_0} = Q_{0i}$$

$$\frac{\partial f_i}{\partial \alpha} = \frac{\partial Q}{\partial \alpha} = (H + h)^n = \frac{Q}{\alpha} \sim \frac{Q_{0i}}{\alpha_0}$$

$$\frac{\partial f_i}{\partial h} = \alpha n (H + h)^{n-1} = \frac{nQ}{H + h} \sim \frac{n_0 Q_{0i}}{H_i + h_0}$$

$$\frac{\partial f_i}{\partial n} = \alpha (H + h)^n \cdot \ln (H + h) = \frac{\alpha (H + h)^n \log (H + h)}{\log e} \sim \frac{Q_{0i} \log (H_i + h_0)}{\log e}$$

Végül L_i a függvény észlelésből származó értéke, vagyis egyenlő a Q_i mért értékkel.

A behelyettesítés után :

$$\delta_i = Q_{0i} + \frac{Q_{0i}}{\alpha_0} \xi + \frac{n_0 Q_{0i}}{H_i + h_0} \eta + \frac{Q_{0i} \log (H_i + h_0)}{\log e} \zeta - Q_i \quad (3)$$

Vezessük be a következő jelöléseket :

$$\frac{\xi}{\alpha} = x, \quad n_0 \eta = y, \quad \frac{\zeta}{\log e} = z$$

$$Q_{0i} = a_i, \quad \frac{Q_{0i}}{H_i + h_0} = b_i, \quad Q_{0i} \log (H_i + h_0) = c_i \quad (4)$$

$$Q_{0i} - Q_i = \omega_i$$

Ezekkel a hibaegyenlet végül a következő alakot veszi fel :

$$\delta_i = a_i x + b_i y + c_i z + \omega_i \quad (5)$$

Az x, y, z független változók meghatározására annyi ilyen alakú egyenlet írható fel, ahány mérési adatpárunk van és mivel a mérések száma nagyobb, mint az ismeretlenek száma, a kiegyenlítőszámítást a következő három, Gauss-féle normálegyenlet segítségével végezzük :

$$\begin{aligned} [aa] x + [ab] y + [ac] z + [a\omega] &= 0 \\ [ba] x + [bb] y + [bc] z + [b\omega] &= 0 \\ [ca] x + [cb] y + [cc] z + [c\omega] &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

ahol a szögletes zárójelek $i = 1$ -től $i = r$ -ig terjedő szummázást jelentenek.

E három egyenlet Gauss módszerével vagy determinánsok segítségével való megoldása adja a három x, y, z ismeretlent, és a kapott értékeket a (3) és (4) képletbe helyettesítve megkapjuk az a, h, n , ismeretlen valódi értékét :

$$\alpha = \alpha_0 (1 + x); \quad h = h_0 + \frac{y}{n_0}; \quad n = n_0 + z \log e \quad (7)$$

Az ismertett eljárás formailag helyes és megfelel, mégsem ad kielégítő eredményeket, mert az alkalmazott elhanyagolások többnyire nem engedhetők meg a gyakorlatban.

Az említett elhanyagolások abból állnak, hogy az (1) függvény Taylor-sorba fejtésénél a sor első tagjaira szorítkoztunk. Ha a sor nem összetartó, mégpedig igen erősen összetartó, az eredmények nem lehetnek kielégítőek, mert a sor következő tagjait nem lehet elhanyagolni és ennél fogva a kapott eredmény nem felel meg a valóságnak.

A vázolt nehézségek úgy kerülhetők el, ha a vízhozamgörbe egyenletének logaritmikus alakját használjuk, amely megkönnyíti a szükséges átalakításokat.

A vízhozamgörbe logaritmikus alakja a következő :

$$\log Q = \beta + n \log \gamma \quad (8)$$

ahol :

$$\beta = \log a \quad \text{és} \quad \log \gamma = \log (H + h)$$

Ha a β, n és h valódi értéke helyett a β_0, n_0 és h_0 közelítő értékeket használjuk, a függvény közelítő értéke

$$\log Q_0 = \beta_0 + n_0 \log \gamma_0 \quad (9)$$

vagy a rendelkezésre álló észlelési értékpárookra alkalmazva

$$\log Q_{oi} = \beta_0 + n_0 \log \gamma_{oi},$$

ahol $\log \gamma_{oi} = \log (H_i + h_0)$.

A függvény valódi értékét úgy kapjuk meg, ha a β_0, n_0, h_0 közelítő értékeit a még megállapítandó ξ, η, ζ legmegbízhatóbb javításokkal megnöveljük. Ezzel a $\log Q = f(\beta, n, h)$ függvényt a

$$\log Q = f [(\beta_0 + \xi), (h_0 + \eta), (n_0 + \zeta)]$$

függvénnyé alakítottuk át.

Figyelembe véve a növekményekre vonatkozó szabályt és sorbafejtve a függvényt, a következő alakú kifejezést kapjuk :

$$\begin{aligned} \log Q = f(\beta_0, h_0, n_0) + \frac{\partial f}{\partial \beta} \xi + \frac{\partial^2 f}{\partial \beta^2} \frac{\xi^2}{2!} + \dots + \frac{\partial f}{\partial h} \eta + \frac{\partial^2 f}{\partial h^2} \frac{\eta^2}{2!} + \dots \\ + \frac{\partial f}{\partial n} \zeta + \frac{\partial^2 f}{\partial n^2} \frac{\zeta^2}{2!} + \frac{\partial^3 f}{\partial n^3} \frac{\zeta^3}{3!} + \dots \end{aligned} \quad (10)$$

A következő parciális differenciálhányadosokat kell tehát képezni :

$$\frac{\partial f}{\partial \beta} = \frac{\partial (\log Q)}{\partial (\log \alpha)} = 1 \quad (11)$$

továbbá

$$\frac{\partial^2 f}{\partial \beta^2} = \frac{\partial^3 f}{\partial \beta^3} = \dots = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial f}{\partial n} = \frac{\partial (\log Q)}{\partial n} = \log \gamma = \log (H + h) \quad (13)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial n^2} = \frac{\partial^3 f}{\partial n^3} = \dots = 0 \quad (14)$$

A h -szerinti parciális differenciálhányadosok képzése, valamint a Taylor-sorbafejtés nem könnyű. A (10) kifejezésnek a középső, az η javításokat tartalmazó sora a következő alakot veszi fel :

$$\begin{aligned} \frac{\partial (\log Q)}{\partial h} \eta &= \frac{\partial^2 (\log Q)}{2! \partial h^2} \eta^2 + \frac{\partial^3 (\log Q)}{3! \partial h^3} \eta^3 + \dots = \\ &= \frac{n \log e}{\gamma} \eta - \frac{n \log e}{2! \gamma^2} \eta^2 + \frac{2! n \log e}{3! \gamma^3} \eta^3 - \end{aligned} \quad (15)$$

$$- \frac{3! n \log e}{4! \gamma^4} \eta^4 + \dots + (-1)^{(k-1)} \frac{(k-1)! n \log e}{k! \gamma^k} \eta^k + \dots \text{ ad inf.}$$

és mivel $\frac{(k-1)!}{k!} = \frac{1}{k}$, továbbá $n \log e$ kiemelésével:

$$\begin{aligned} n \log e \left[\frac{\eta}{\gamma} - \frac{1}{2} \left(\frac{\eta}{\gamma} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{\eta}{\gamma} \right)^3 - \frac{1}{4} \left(\frac{\eta}{\gamma} \right)^4 + \dots + \right. \\ \left. + (-1)^{(k-1)} \frac{1}{k} \left(\frac{\eta}{\gamma} \right)^k + \dots \right] \end{aligned}$$

A sorokra vonatkozó ismereteink alapján tudjuk, hogy a szögletes zárójelben lévő kifejezés értéke, ha $\lim k = \infty$, $(\ln 1 + \frac{\eta}{\gamma})$, természetesen feltéve, hogy $1 > \frac{\eta}{\gamma} > -1$, ami η kis értéke folytán itt jogosult. Az összegezés után a következő kifejezést kapjuk:

$$n \log e \ln \left(1 + \frac{\eta}{\gamma} \right) = n \log e [\ln (\gamma + \eta) - \ln \gamma] \quad (16)$$

Ez a képlet még nem teszi lehetővé a Gauss-féle normálegyenletek felállítását. E célból az η ismeretlent kell kifejezni.

Útalva arra, hogy:

$$\ln (\gamma + \eta) = \ln \gamma + \frac{\eta}{\gamma} - \frac{1}{2} \frac{\eta^2}{\gamma^2} + \dots \quad (17)$$

a kicsiny magasabbrendű tagok elhagyásával az előbbi kifejezésből

$$n \log e \left(\ln \gamma + \frac{\eta}{\gamma} - \ln \gamma \right) = \frac{n \eta}{\gamma} \log e = \frac{n \log e}{H + h} \eta \quad (18)$$

Ily módon a bonyolult (15) kifejezés helyett teljesen egyszerű képletet kaptunk, amely — amint látható — annak első tagjával, vagyis a $\log Q$ függvény h szerinti első deriváltjával egyenlő.

Ha a (10) egyenletbe behelyettesítjük a deriváltakat és a (11) (12) (14) és (18) kifejezéseket, emlékeztünkbe idézzük továbbá, hogy kiindulásunk szerint β_0 , h_0 , n_0 közelítő értékekkel dolgozunk, a következő képletet kapjuk:

$$\log Q = \log Q_0 + \xi + \frac{n_0 \log e}{H + h_0} \eta + \log(H + h_0) \zeta$$

és a mért értékek és a valóságos értékek közötti eltérések egyenletei a következő alakban írhatók fel:

$$\xi + \frac{n_0 \log e}{H_i + h_0} \eta + \log(H_i + h_0) \zeta + \log Q_{0i} - \log Q_i = \delta_i \quad (19)$$

vagyis a hibaegyenletek egyszerű alakja

$$a_i \xi + b_i \varepsilon + c_i \zeta + \omega_i = \delta_i$$

ahol:

(20)

$$a_i = 1, \quad b_i = \frac{1}{H_i + h_0}, \quad c_i = \log(H_i + h_0)$$

$$\varepsilon = n_0 \log e \cdot \eta, \quad \omega_i = \log Q_{0i} - \log Q_i$$

és a ξ , η , ζ értékek a β_0 , h_0 , n_0 közelítő értékek javításai.

Ezekből a hibaegyenletekből a $[\delta_i \delta_i] = \min.$ feltétel alapján felírható három (6) szerinti Gauss-féle normálegyenlet, amelyekkel a ξ , η , ζ javítások, illetőleg a vízhozamgörbe a , h , n független változóinak legvalószínűbb értéke meghatározható.

Azonban nem állíthatjuk, hogy a független változók számításának itt alkalmazott módszere a (19) vagy esetleg a (20) egyenlet segítségével kielégítő volna, és pedig azért nem, mert közelítéssel dolgoztunk, amely gyakran befolyásolja az eredményt. T. i. a (17) egyenletben elhagytuk a magasabbrendű tagokat, feltételezve, hogy kicsinyek, ami valóban így is van. De ha h_0 közelítő értéke nem közelíti meg kellőképpen a valódi h értéket, vagyis ha nem eléggé kicsiny, az eredményen megérződik a magasabbrendű tagok elhanyagolása.

Ha el akarnók ezt a hibát kerülni, akkor a kifejezést teljes Taylor-sorba kellene fejteni és azután képezni a sor összegét. E célból a (3) egyenletben a ζ előtt álló kifejezést teljes Taylor-sorba fejtett alakjával kellene helyettesíteni, vagyis az alábbi kifejezéssel:

$$\begin{aligned} & \frac{\alpha (H+h)^n \ln(H+h)}{1!} \zeta + \frac{\alpha (H+h)^n \ln^2(H+h)}{2!} \zeta^2 + \\ & + \frac{\alpha (H+h)^n \ln^3(H+h)}{3!} \zeta^3 + \dots \text{ad inf.} = \\ & = Q \left[\frac{\ln(H+h)}{1!} \zeta + \frac{\ln^2(H+h)}{2!} \zeta^2 + \frac{\ln^3(H+h)}{3!} \zeta^3 + \dots \text{ad inf.} \right] \end{aligned}$$

A szögletes zárójelben lévő sor összegezését könnyen elvégezhetjük, figyelembe véve, hogy :

$$1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots \text{ad inf.} = e^x$$

vagyis :

$$1 + \frac{\ln(H+h)}{1!} \zeta + \frac{\ln^2(H+h)}{2!} \zeta^2 + \frac{\ln^3(H+h)}{3!} \zeta^3 + \dots = e^{\zeta \ln(H+h)}$$

Az $e^{\zeta \ln(H+h)} = z$ helyettesítéssel $\zeta \ln(H+h) = \ln z$, amiből $(H+h) \zeta = z$, vagyis $e^{\zeta \ln(H+h)} = (H+h) \zeta$, amivel a fenti Taylor-sor értéke :

$$Q[(H+h)^\zeta - 1] \sim Q_{0i}[(H_i + h_0)^\zeta - 1]$$

lesz.

Annak ellenére, hogy a sor képlete ilyen egyszerű, nem használhatjuk a Gauss-féle normálegyenletek felállítására, mert nem redukálható lineáris alakra.

Ugyanezt mondhatjuk a (3) egyenletben η előtt álló kifejezésről is. Ha a Taylor-sor első tagjával nem elégedhetünk meg és a teljes sorhoz folyamodunk, kitűnik, hogy a sor bizonyos esetekben nem konvergens és ennél fogva nem összegezhető. Ennél a megoldási módszernél a közelítésből származó hibát nem lehet tehát elkerülni.

A vázolt pontatlanságok elkerülése végett más, sokkal pontosabb és egyszerűbb megoldást javasolok, a következőkben ismertetett megfontolások alapján.

Térjünk vissza a (16) kifejezésre :

$$n \log e \cdot \ln \left(1 + \frac{\eta}{\gamma} \right) = n \log \left(1 + \frac{\eta}{\gamma} \right) = n [\log(\gamma + \eta) - \log \gamma]$$

Mint hogy γ -hoz viszonyítva η kicsiny, felírhatjuk, hogy :

$$\log(\gamma + \eta) = \log \gamma + \Delta \gamma \cdot \eta \quad (21)$$

ahol $\Delta \gamma$ a $\gamma = (H_i + h_0)$ érték Briggs-féle logaritmusának az egységnyi változásra eső növekménye.

Ezen egyszerűsítés alapján :

$$n [\log (\gamma + \eta) - \log \gamma] = n \Delta \gamma \eta \quad (22)$$

vagyis a (19) hibaegyenlet helyett a

$$\xi + n_0 \Delta \gamma_i \eta + \log (H_i + h_0) \zeta + \omega_i = \delta_i \quad (23)$$

egyenleteket kapjuk, amelyeket az

$$a_i \xi + b_i \varepsilon + c_i \zeta + \omega_i = \delta_i \quad (24)$$

alakban használunk. Itt :

$$a_i = 1, \quad b_i = \Delta \gamma_i, \quad c_i = \log (H_i + h_0)$$

$$\omega_i = \log Q_{0i} - \log Q_i \quad \text{és} \quad \varepsilon = n_0 \eta.$$

A Gauss-féle normálegyenleteknek ezeknek a hibaegyenleteknek a segítségével való felállítása már nem ütközik nehézségbe, mert felállításukhoz eleendő kikeresni a $H_i + h_0$ értékek logaritmusát és egyidejűleg a megfelelő logaritmikus korrekciókat, valamint a mért Q_i értékek és a közelítő Q_{0i} adatok segítségével kiszámított értékek közötti különbséget. Láthatjuk tehát, hogy a fentemlített (22) összefüggés segítségével igen egyszerű alakban kapjuk a normálegyenletek együtthatóit, ami lehetővé teszi, hogy a vízhozamgörbe egyenletének helyes alakját könnyűszerrel meghatározzuk.

A vízhozamgörbe egyenletének meghatározására javasolt módszer összefoglalásaként röviden megismételjük az eljárás menetét.

A vízhozammérési eredményeknek, vagyis a Q és H értékpároknak mm-, vagy logaritmus-hálózatban történt felrakása után a bevezetõben ismertetett módszerek valamelyikével vagy esetleg a diagramm segítségével meghatározzuk a vízhozamgörbe állandóinak a_0 , h_0 , és n_0 közelítő értékét. Ezek ismeretébe kikeressük a $\log (H_i + h_0)$ értékeket és egyidejűleg a logaritmusok $\Delta \gamma$ növekményét, azután számítjuk a megfelelő $\log Q_{0i}$ értékeket és végül az $\omega_i = \log Q_{0i} - \log Q_i$ különbségeket. Ily módon megkapjuk a hibaegyenletek a_i , b_i , c_i ω_i együtthatóit, amelyekkel felállítjuk a független változók meghatározására szolgáló normálegyenleteket.

A fenti értékek ismeretében $\eta = \frac{\varepsilon}{n_0}$ és a vízhozamgörbe együtthatói

$$\log a = \log a_0 + \xi \quad , \quad h = h_0 + \eta \quad , \quad n = n_0 + \zeta$$

A kapott eredmény jóságának mértéke a középhiba, amelyet a következő képlet segítségével határozunk meg:

$$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum \omega_i^2}{r-3}}$$

ahol ω_i a mért és számított $\log Q$ értékek különbsége és r a mérési adatok száma.

Szám példa

A feladat egyszerűsítése érdekében csak négy mért értékpárt veszünk fel, vagyis a kiegyenlítő számításához szükséges legkevesebb adatot.

Sor- szám	H_i m	Q_i m ³ /sec	$\log Q_i$
1	1,90	3,31	0,51983
2	3,11	9,60	0,98227
3	4,93	28,43	1,45378
4	8,88	138,50	2,14145
Σ	18,82		5,09733

A $Q = a(H + h)^n$ egyenlet (vagy a $\log Q = \log a + n \log(H + h)$ logaritmus alak) állandóit közelítőleg $n_0 = 3,0$ és $h_0 = 1,50$ m-nek vesszük fel, ami az összefüggés grafikus ábrázolásából adódik. Ennek a két értéknek $a = 0,1$ felel meg.

Ezekkel az értékekkel kiszámíthatjuk a Q_{oi} közelítő vízhozamokat úgy, hogy először számítjuk a $H + h_0$ értéket, majd kikeressük hozzá a $\log \gamma = \log(H + h_0)$ logaritmust, (amely egyúttal a hibaegyenlet c együtthatója) és ezután kiírjuk a logaritmus táblázatból a $\Delta \gamma$ logaritmus növekményt is.

Ily módon az alábbi táblázat szerint kapjuk a normálegyenletek valamennyi együtthatóját és az ellenőrzési összeget.

Sor- szám	$\gamma_i = H_i + h_0$	$\log \gamma_i = c_i$	$\Delta \gamma_i = b_i$	$\log Q_{oi} =$ $3,0 \log \gamma + \log a_0$	$\omega_i = \log Q_{oi} -$ $\log Q_i$	$S = a + b + c + \omega$
1	3,40	0,53148	0,1259	0,59444	+ 0,07461	1,73199
2	4,61	0,66370	0,0932	0,99110	+ 0,00883	1,76573
3	6,43	0,80821	0,0670	1,42463	- 0,02915	1,84606
4	10,38	1,01620	0,0399	2,04860	- 0,09285	1,96325
Σ	24,82	3,01959	0,3260	5,05877	- 0,03856	7,30703

A hibaegyenletek a következők:

1. $\xi + 0,1259 \varepsilon + 0,53148 \zeta + 0,07461 = \delta_1$
2. $\xi + 0,0932 \varepsilon + 0,66370 \zeta + 0,00883 = \delta_2$
3.

A $[\delta\delta]$ = min. feltételek segítségével három normálegyenletet állíthatunk fel, amelyeknek együtthatói az alábbi táblázatból adódnak:

Sorszám	bb	be	$b\omega$	be	ce	$c\omega$	ce
1	0,015851	0,056913	+ 0,009393	0,218058	0,282471	+ 0,039654	0,920518
2	0,008686	0,061857	+ 0,000823	0,164566	0,440489	+ 0,005860	0,171915
3	0,004489	0,054150	- 0,001953	0,123686	0,653203	- 0,23559	1,492004
4	0,001592	0,040546	- 0,003705	0,078334	1,032662	- 0,094354	1,995055
Σ	0,030618	0,223466	+ 0,004558	0,584642	2,408834	- 0,072399	5,579491

A Gauss-féle normálegyenletek alakja és megoldása a következő lesz:

$$\begin{array}{r}
 4 \xi \quad - 0,081 5 \quad - 0,754 897 5 \\
 \quad + 0,326 \quad \varepsilon \quad + 3,019 59 \quad \zeta \quad - 0,038 56 \quad + 7,307 03 \\
 \quad - 0,026 569 \quad - 0,246 096 \quad + 0,003 142 6 \quad - 0,595 522 9 \\
 \quad + 0,030 618 \quad \varepsilon \quad + 0,223 466 \quad \zeta \quad + 0,004 558 \quad + 0,584 642 \\
 \quad \quad - 2,279 480 9 \quad + 0,029 108 8 \quad - 5,516 058 7 \\
 \quad \quad + 2,408 834 \quad \zeta \quad - 0,072 399 \quad + 5,579 491 \\
 \quad \quad + 5,589 182 5 \\
 \quad + 0,004 049 \quad \varepsilon \quad - 0,022 630 6 \quad \zeta \quad + 0,007 700 6 \quad - 0,010 880 2 \\
 \quad \quad - 0,126 486 6 \quad + 0,043 040 1 \quad - 0,060 815 3 \\
 \quad \quad + 0,129 353 1 \quad \zeta \quad - 0,043 690 2 \quad + 0,063 432 3 \\
 \quad \quad + 0,002 866 5 \quad \zeta \quad - 0,000 250 1 = 0 \quad + 0,002 617
 \end{array}$$

$$\zeta = \frac{0,000 250 1}{0,002 866 5} = + 0,087 249$$

$$\varepsilon = (+ 0,022 630 6 \cdot 0,087 249 - 0,007 700 6) : 0,004 049 = - 1,414 201$$

$$= (+ 0,326 \cdot 1,414 201 - 3,01959 \cdot 0,087 249 + 0,03856) : 4 = + 0,059 033$$

$$\text{Ennek következtében: } \eta = \frac{\varepsilon}{n_0} = \frac{1,414 201}{3,0} = - 0,4714$$

és a vízhozamgörbe állandói:

$$\log \alpha = \log \alpha_0 + \xi = -1,0 + 0,05903 = 0,05903 - 1$$

$$\alpha = 0,1146$$

$$n = n_0 + \zeta = 3,0 + 0,087 = +3,087$$

$$h = h_0 + \eta = 1,50 - 0,47 = 1,03$$

Végül a vízhozamgörbe egyenletének javított alakja :

$$Q = 0,1146 (H + 1,03)^{3,087}$$

Láthatjuk tehát, hogy a és n közelítő értékét viszonylag jól vettük fel, h -t azonban nem.

A kiegyenlítőszámítással kapott eredmény pontosságának mértéke a hibák négyzetösszege, vagyis a mért értékek és az egyenlettel kiszámított értékek közötti különbségek négyzetének összege. Az alábbi táblázatból kitűnik, hogy az egyenlet közelítő alakjából számított $\Delta\Delta$ összeg 714,60 rendű érték, míg az itt előadott eljárás szerinti megfelelő egyenlettel számított értékekkel a hibák négyzetének összege a viszonylagosan kicsiny 5,52 értékre csökkent.

Sorszám	Q'	$\Delta' = Q' - Q_i$	$\Delta'\Delta'$	Q_{o_i}	$\Delta = Q_{o_i} - Q_i$	$\Delta\Delta$
1	3,17	- 0,14	0,0196	3,93	+ 0,62	0,3844
2	9,20	- 0,40	0,1600	9,80	+ 0,20	0,0400
3	28,34	- 0,09	0,0081	26,58	- 1,85	3,4225
4	136,19	- 2,31	5,3361	111,84	- 26,66	710,7556
			5,5238			714,6025

A táblázatból kitűnik, hogy az egyenlet közelítő alakjának eltérése a 4. ponttól 26,66, a 3. ponttól 1,85, míg a két első pontnál nincs eltérés. A vízhozamgörbe három ismeretlenjének valódi értékével felírt egyenlet helyes vonalat adott a felső részen, míg az alsó részén — bár távolról sem volt rossz — megjavult, ami csak a három független változó egyidejű kiegyenlítésével érhető el.

FOLYAMATOS ÉSZLELÉSEK A VÍZRAJZBAN ÉS AZ EHHEZ SZÜKSÉGES MŰSZEREK*

FAZEKAS KÁROLY

Azok a természeti folyamatok, amelyekre a vízrajzi megfigyelés kiterjeszkedik, általában több tényező változásának hatása alatt állnak. Ezek a tényezők részint ismeretesek, részint ismeretlenek, váltoásaik pedig igen különböző időközökben játszódnak le. Ha a folyamat pillanatnyi állapotát időszakonként rögzítjük és a nyert adatokat az idő függvényében grafikusán ábrázoljuk, folyamatos vonalat szerkeszthetünk, melynek helytállósága attól függ, hogy észlelési időbeosztásunk periódusai a komplex folyamat változó periódusaihoz hogyan viszonylanak. Minthogy általában különböző és egyenként is többnyire szabálytalan periódusú tényezők szuperponálódásával állunk szemben, az eredményként adódó változások mértéke és időbeli eloszlása a résztényezőkénél még szabálytalanabb képet mutat. Világos, hogy az észlelések ütemének lényegesen sűrűbbnek kell lennie, mint a megfigyelt változás szélső értékei periódusának. Az észlelést gyakorlatilag folyamatosnak nevezhetjük, ha az észlelések sorából szerkeszthető vonal és a jelenség változásainak tényleges vonala nem tér el egymástól az észlelés célja szempontjából megengedhetőnél nagyobb mértékben.

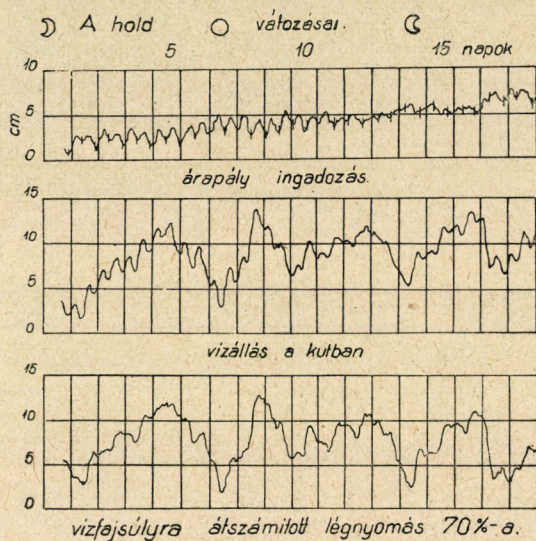
Lassú, egyenletes folyamatú változásnál, pl. nagy folyók vízjárásánál árvédelem, hajózás szempontjából a napi vagy félnapi időközökben végzett észlelés már folyamatosnak mondható, mert az észlelésadta pontok alapján szerkesztett vonal a gyakorlat számára kielégítő módon egybeesik a vízjárás tényleges vonalával. Mélyebb talajvízkutak vízjárását általában még többnapos időközben végzett észleléssel is folyamatosan kapjuk, ha a deciméter rendű pontossággal megelégszünk. Ha azonban igényeink nagyobbak és a gyengébb hatású tényezőket is kutatjuk, a folyamatosságot az észlelések sűrítésével már fokoznunk kell.

Az *1. ábra* középső grafikonja egy 82 m. mély ártézi észlelőkút vízállás-változásait mutatja. Az alsó grafikon a kút sós vizének fajsúlyára átszámított légnyomás-változás ábrája. Ennek levonása adja a felső vonalat, melyről, a Hold átmeneteivel és változásaival egybevetve megállapítható, hogy a kútban fellépő árapály jelenséget mutatja.

* Készült a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben.

Csupán a légnyomásváltozás ábrázolására ebben az esetben kétségtelenül megfelelt volna a 2 óránkénti észlelés. Ugyanígy a kút vízállásváltozásaira is. Hogy azonban a légnyomásváltozás és az árapályjelenség hatása különválasztható legyen, ennél lényegesen sűrűbb észlelésre volt szükség, mert különben egyes csúcsértékek elmosódtak volna. Ilyen esetben már át kell térni a szószertint vett folyamatos észlelésre, vagyis folyamatosan regisztráló műszereket kell beállítanunk.

Nagyobb felületű tó, például a Balaton valamely pontján észlelt vízállásra a tó tárolt víztömegének változása, a szél okozta denivelláció, periodikus lengések



1. ábra

és részleteiben a hullámváz hatnak. Ezek közül a tárolt víztömeg változásait a tó körüli vízmércéken naponként kétízben végzett leolvasásból folyamatosan kimutathatjuk. A denivelláció és a periodikus lengések megfigyelése már folyamatos regisztrálást kíván, melynél a hullámváz zavaró hatását kirekesztéssel, késleltető — vagy kiegyenlítő berendezéssel ki kell küszöbölnünk. A hullámváz külön, részletes tanulmányozása speciális, gyorsabb járású regisztráló berendezést kíván.

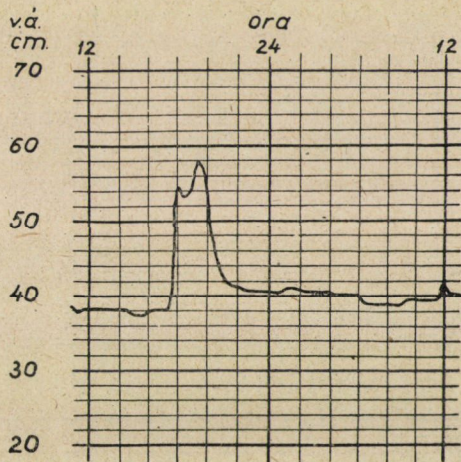
A kis vízfolyásokon az árhullámok okozta vízszintváltozások néhány óra alatt teljesen lejátszódnak, úgy hogy a periodikus észlelésből nyomtalanul kimaradhatnak, vagy ha belesznek, a leolvasásokból szerkesztett vagy számított eredmények hamisak lesznek.

Például az egyik ipari szempontból vizsgált patakunkon a 2. sz. ábrán bemutatott kis árhullám 4 órán belül lefolyt. Helyes képet erről csak a folyamatos

észlelés adhat. Kellő számú rajzoló patakmérce hiányában patakjaink vízjárása számunkra még ismeretlennek mondható.

A periodikus észlelés a vízjárásról teljesen helytelen képet adhat ott, ahol a természeti jelenségekhez még rendszeres vagy rendszertelen mesterséges beavatkozás is járul, mint például ipari célokra felhasznált vízfolyásokon a vízkivételek, tárolások, vízbeeresztések.

Ilyen vízfolyásokon, mint pl. a Zala, a Répce, a vízhozam ellenőrzésére az egyszerű folyamatos vízállásészlelés már nem is elég, hanem kettős, vagy esetleg sebességméréssel, esésméréssel kombinált vízállásészlelést kell berendezni. Ez kis- és közepes vízfolyásainkra egyaránt vonatkozik.



2. ábra

A közepes vízfolyásainkon, mint pl. a Körösökön, kis, rövid ideig tartó árhullámok vonulnak le, melyek különösen az öntözések szempontjából nagy fontosságú kisvizeknél a periodikus észlelésből kimaradhatnak. A szokásos periodikus észlelés a nagyobb árhullámok menetét sem adja kellő pontossággal.

Nagy folyóink jégmentes vízjárásáról a periodikus észlelés tagadhatatlanul a gyakorlat számára megfelelő pontosságú képet adna, ha az észlelés mindig megbízható volna. Éppen a rendkívüli vízállásoknál fordulnak elő szubjektív leolvasási hibák. Ezért már ellenőrzésül is szükség van nagy folyóinkon néhány rajzoló mércére. Az árvízjelzéshez szükséges kulminációs időpont megállapításokhoz a rajzoló mércék már nélkülözhetetlenek, a jeges árvizek levonulásának részletes megfigyeléséhez pedig egy folyón is sok rajzoló mércére volna szükség. Itt még a változás sebességére, sőt a változás gyorsulására is szükség van, vagyis a görbe első és második differenciálvonalára. Ezeknek a megszerkesztéséhez pedig már folyamatos észlelésre van szükség.

A talajvízjárás is különböző. Vannak igen lassú és aránylag gyors vízszint-változású kutak. Mint már említettem a talajvízkutaknál általában megfelelő

a periodikus észlelés. Mégis kívánatos — már csak ellenőrzésül is — a legjellegzetesebb, vagy valamilyen okból fontosabb kutakat lassújárású folyamatos észlelő berendezéssel ellátni. Ilyenek pl. a duzzasztóműveknél telepített kutak.

A karsztvízkutatás a források vízhozamingadozásainak részletes megfigyelésére kívánja a folyamatos észlelést, különös tekintettel arra, hogy ezek a források gyakran lakott helyektől távol esnek és így periodikus észlelésük körülményes, ezért igen hézagos. Itt gyakran rövidebb időre átmenetileg telepített tanulmányi mércékről lesz szó.

Arra, hogy folyamatos észlelés hiányában milyen téves vélemény verhet gyökeret, példa a jósvafői Lófej-forrás. Ez napszakonként változó hozamú időszakos forrás hírében állt. 48 órai folyamatos észlelés grafikonja rávezetett arra, hogy nem a forrás, hanem a fogyasztás időszakos, amennyiben a forrás környékén legelő állatok itatásnál a teljes vízhozamot kiisszák.

A felszíni vízlefolyás tisztázására a közeljövőben úgynevezett mintavízgyűjtő területek kijelölésére és mérőberendezésekkel való felszerelésére kerül sor. Ezeknél a lefolyó vizet és a csapadékot is feltétlenül folyamatosan kell észlelni, mert egészen más lefolyást eredményez egy kezdetben nagyobb intenzitású, végén gyengülő eső, mint egy ugyanolyan csapadékmennyiségű és idejű, de végén intenzívebb esőzés.

A többi mérhető meteorológiai tényező folyamatos regisztrálása is kívánatos, hogy a lefolyásra hatással bíró, de csak becsléssel megközelíthető egyéb tényezők körét szűkebbre szoríthassuk.

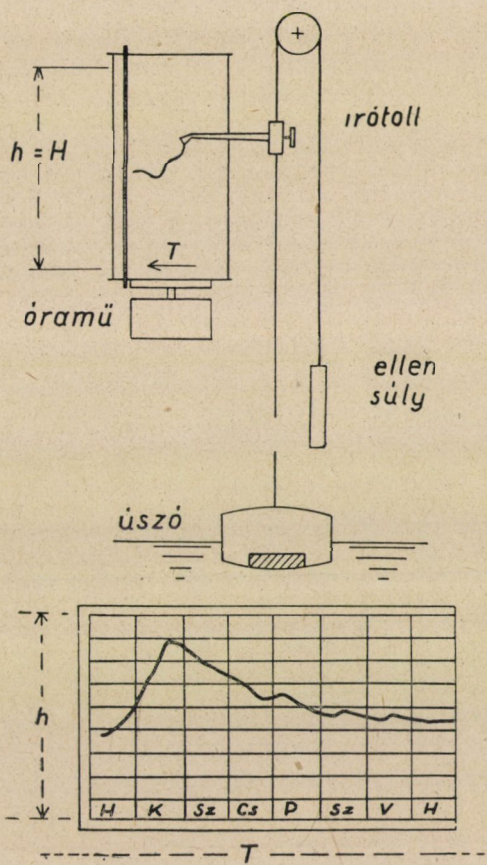
Nagy tavunk, a sekély vizű Balaton vízmozgásai és ezzel nyilván összefüggésben álló iszapmozgásai mind a vízhasznosítás, mind az üdültetés, hajózás szempontjából részletekbe menő tanulmányozást kívánnak. Ez folyamatos hidrológiai és meteorológiai észlelések nélkül nem végezhető el.

A víztárolás és a tározott víz gazdaságos kezelése a várható vízmennyiség és eloszlásának pontos ismeretét kívánja meg, hogy az árhullámok fogadásához szükséges előzetes vízlevezetés ne váljék indokolatlan vízpazarlássá. A gátkezelésnek több felsőbb mércén észlelt vízállásváltozáshoz kell igazodnia, hogy az átbocsátás és duzzasztás helyes elosztását megvalósíthassuk. Ez számításokkal megközelíthető ugyan, de legértékesebb a tényleges tapasztalat marad. A változásokat teljes részletességgel ismernünk kell mind a tervezéshez, mind az üzemi fenntartáshoz. Ezt pedig ugyancsak folyamatos észlelések berendezésével érhetjük el.

A nem permanens vízfolyás tudományos vizsgálata mind a laboratóriumban, mind a természetben feltétlenül folyamatos regisztrálást kíván.

Vízhozammegállapításainknál a $Q = f(F, v)$ összefüggésből indulunk ki. Az egyszerű vízhozamgörbe ebből csak az F változását veszi a H vízállás adata révén figyelembe, a v -re vonatkozólag feltételezi, hogy azt valamilyen $v = f(I)$ összefüggés egyértelműen megállapítja. Ezt az összefüggést nem számításal, hanem empirikusan, sebességmérésekkel állapítjuk meg. Ez az eljárás egyenes

mederben helyes volna, ha a mederérdesség, az esés, a hordalékszállítás és a víz viszkozitása nem változna. Ezek figyelembe vételével a v -re valamilyen $\varphi(F, n, I, s, \nu)$ összefüggés adatait kellene megállapítanunk. Ebből ez idő szerint még csak a legfontosabb tényező, az I esés változásának figyelembe vételéig jutottunk el. Ennek a változása az eredményt akadálytalan vízfolyásokon is magas százalékarányban módosíthatja, a duzzasztással befolyásolt vízfolyásokon

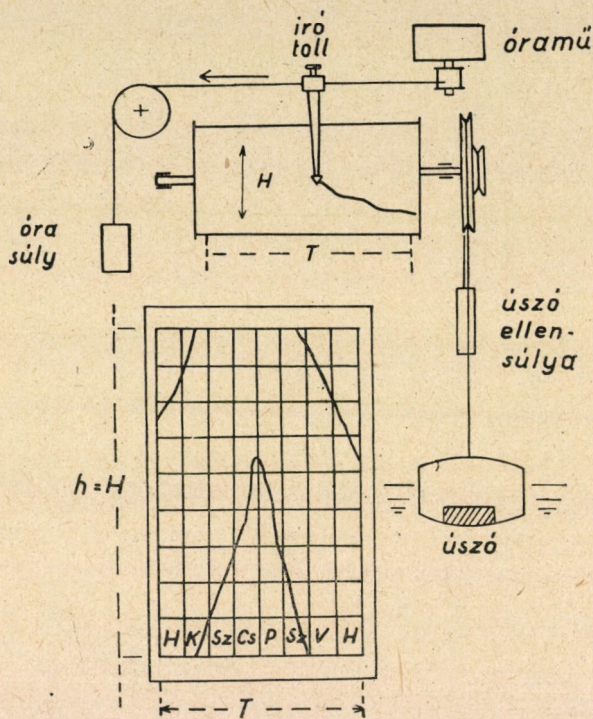


3. ábra

pedig megsokszorozhatja. A mesterségesen nem befolyásolt vízfolyásokon : különféle árhullámok végigméréséből adódó különféle hurokgörbék adataiba beleszerkesztett egyetlen vízhozamgörbe a teljes árhullám összegezett vízmennyiségét — amíg e téren az igények szerények maradnak — a gyakorlat számára jó megközelítéssel adhatja meg, mert az emelkedő és apadó ág vízhozama közti különbséget bizonyos változó fokban kiegyenlíti. Az árhullám egyes szakaszaiban azonban az eltérés lényeges, ami különösen a vízhasznosításnál, tárolásnál érezteti hatását. Ezért a vízhozam megállapítására irányuló észlelé-

seknél a helyi esést is folyamatosan észlelnünk kell, aminek legegyszerűbb módja a több ponton való folyamatos vízszintészlelés. Az észlelő pontok elhelyezését kísérleti úton kell megállapítani. Ehhez szállítható, ideiglenes, folyamatosan regisztráló vízállásíró műszerekre van szükség, esetleg távjelző berendezéssel és közös regisztrálással kombinálva.

A rövid mederszakaszon való esésmérést a vízfelszín periodikus lengései igen megnehezítik. Ezeket a lengéseket folyamatos, nagy érzékenyséű észlelés



4. ábra

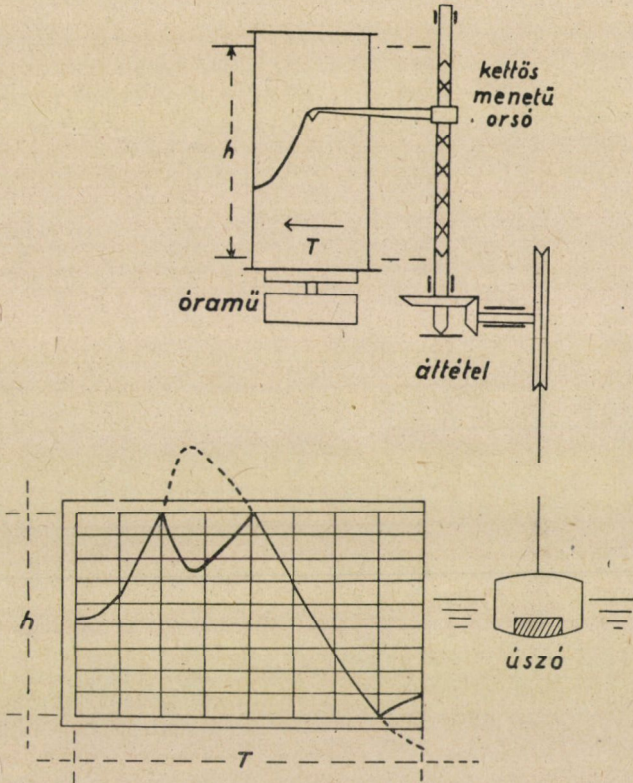
nélkül nem ismerhetjük meg a gyakorlat számára szükséges részletességgel. Különösen áll ez a nagyobb recipiensekbe ömlő vízfolyások torkolati szakaszára, ahol nemcsak feltorlasztás, hanem visszafolyás is lehetséges.

Legújabbán kísérletek folynak a hordalékjárás folyamatos észlelésére is. A kutatások két irányban folynak: a víz fényáteresztőképességét mérő fotocellás és a zörejeknek elektromos jeladássá átalakításával dolgozó módszerekkel. Megvizsgálandó volna egy vízfajtsúlyváltozás észlelésén alapuló módszer is. Nincs tudomásom arról, hogy a folyamatos hordalékészlelés már a gyakorlat számára alkalmassá megért volna.

Mint láttuk, a folyamatos észlelésnél nem csupán az észlelés gépesítéséről van szó, hanem az a fejlődéssel járó követelmény.

A vízrajzi folyamatos észlelés műszerei világviszonylatban már hosszú fejlődésen mentek át. A legkülönbélebb igényeknek megfelelő műszertípusokat ismerünk.

A külső vízrajzi észlelő állomásoknál lényeges követelmények, hogy a regisztráló berendezés tartós, a különféle meteorológiai és mechanikai behatásoknak ellenálló, megbízható működésű, nem kényes, egyszerű, könnyen kezel-



5. ábra

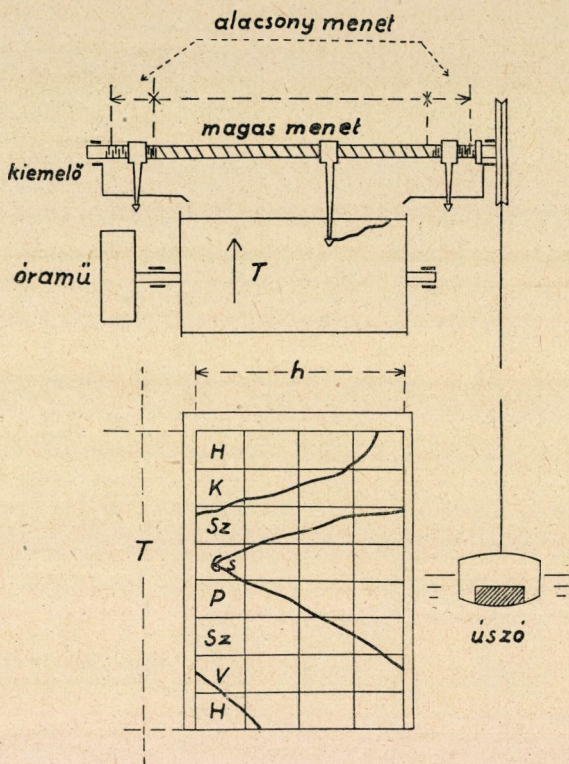
hető és mindezek mellett még lehetőleg olcsó is legyen. A fenntartás, javítás szempontjából pedig fontos, hogy egységes típust, lehetőleg kevés változatban rendszeresítsünk.

A külföldön jelenleg gyártott vízállásíró műszerek általában forgó hengerre egy réteggel felerősített papírlapon, derékszögű koordináta rendszerben regisztrálnak. Ezeknél lényegében kétféle elrendezés lehetséges. Az egyiknél az óramű a hengert forgatja, a regisztrálandó adatot : a vízállást pedig a henger alkotóján mozgó toll jegyzi fel (3. ábra). A másiknál az óramű a tollat mozgatja, míg a henger elfordulása közli a regisztrálandó adatot (4. ábra).

Az első elrendezés előnye, hogy a lapcsere elmulasztása jól szerkesztett műszernél nem okoz fennakadást, sem észlelési hiányt. Hátránya, hogy nagy

vízjátéknál a műszer terjedelmének csökkentésére vagy a regisztrálás léptékét kell kicsire vennünk vagy pedig különleges szerkezetet, mint pl. visszatérő kettős menetű vezetősót (5. ábra), többszörös rajzolótollat (6. ábra) stb. kell alkalmaznunk, amivel a műszer már komplikáltabbá és ezzel kényesebbé válik.

A második elrendezés előnye, hogy egyszerű szerkezettel, nagyobb lépték-



6. ábra

ben is szinte korlátlan határok közt mozgó változás regisztrálására alkalmas. Hátránya, hogy a lapcsere és az írótü állításának elmulasztása fennakadást okoz.

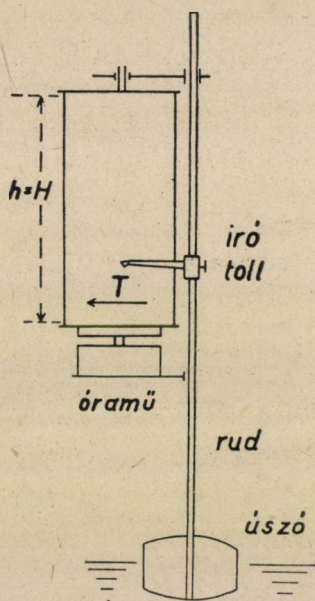
Mindkét típust álló és fekvő henger-elrendezéssel lehet építeni. Az álló hengerű műszer kisebb helyen fér el. Ez azonban nem lényeges, mert a gyakorlat azt mutatja, hogy a műszert általában legalább 1 m^2 alapterületű házikóban helyezik el. Ebben pedig a fekvő hengerű műszer is jól elfér.

Az ideiglenes jellegű kísérleti vagy tanulmányi észlelést szolgáló hordozható mércéknél az idővel forgó, álló helyzetű dob és az úszó által közvetlenül, áttétel nélkül mozgatott írótoll a kézenfekvő megoldás, mert ezeknél nem kell nagy vízjátékra számítani. (7. ábra)

A regisztrálás mindkét irányú léptékének variálhatónak kell lennie. Nagy folyóknál, tavaknál, továbbá talajvízkutaknál célszerűtlen volna a hosszúra nyújtott időlépték, sőt elmosódnának az enyhébb változások. Nagy vízjátéknál a vízállás léptékét kell kisebbre venni. Ezeket a változtatásokat kapcsolómű helyett célszerűbb cserélhető alkatrészekkel elérni, hogy a felszerelt műszeren ne is lehessen a léptékeket cserélni, mert az zavart okozhat a feldolgozásnál.

Az előnyöket, hátrányokat egybevetve ez idő szerint a vízjáték által mozgatott fekvő hengertípus látszik a legmegfelelőbbnek. Ilyen típust rendszeresített a Szovjetunió is a »Valdaj« vízmércében.

Bármilyen egyszerűnek látszik a feladat, a tényleg megbízható, tartósan zavarmentesen működő érzékeny műszer előállítására mégis igen kényes.



7. ábra

Egy jelentéktelennek látszó, de mégis igen fontos részletproblémára is rá kell mutatni. Ez a papiros és írószerkezet kérdése. E téren a követelmény nagy, mert a regisztrálásnak szélsőséges hőmérsékleti és nedvességi viszonyok közt is kifogástalanul kell működni és a pontosság érdekében követelmény, hogy az írószerkezet igen csekély ellenállást okozzon.

A vízrajzi és meteorológiai műszereknél legelterjedtebb a tintás írószerkezet. Tiszta, éles a speciális kréta papírra túvel karcolt vonal, de ennek a papirosnak a kezelése kényes. Már régebben, a hazai konstrukciójú Zuber-féle mércénél a vasuti tachográfoknál alkalmazott báriumpapír és ezüst írócsúcs alkalmazására történt kísérlet. Kísérletezéseink során gyermekbetegségeken is

átestünk. Ide kell sorolnunk a ceruzabetét használatát toll helyett. Kísérlet történt golyóstollal is. Egyik sem vált be, mert mindkét esetben erős nyomást kell a papirosra gyakorolni és a papír nedvességi foka is lényegesen befolyásolja a regisztrálást.

Az írószerkezet és az egész mérce jó működése nagy mértékben a gondos és észszerű kezelésem múlik.

Röviden összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a vízrajzi folyamatos észlelés fejlesztése fontos és sürgős feladat. Ennek részletei: 1. hazai követelményeknek megfelelő műszertípus megszerkesztése és esetleg sorozatos gyártása, 2. a különböző észlelési terenumok összevonásával országos általános észlelőhálózat kiépítése.

H O Z Z Á S Z Ó L Á S O K

TAKÁCS LAJOS

Nemcsak az adatgyűjtő észlelők szubjektív hibáinak ellenőrzésére, hanem az elméleti kutatásokhoz is szükséges az adatgyűjtés sűrítése és teljesen tárgyilagossá tétele. A megfigyelési adatok kellő sűrűségének és megbízhatóságának kettős célját a hidrológiában is, a meteorológiában is csak a folyamatosan regisztráló műszerekkel lehet megközelíteni.

A folyamatosan regisztráló műszereknél nehézség a követelményeket legjobban kielégítő műszer kiválasztása. Az azonos célra szolgáló műszertípusok standardizálásának elsőrangú fontosságát kifejezésre kell juttatni a Kongresszuson, ahol talán olyan határozati javaslat is megszülethetik, amely egy lépéssel tovább vinne bennünket a műszertípusok zűrzavarából az egységes műszerek alkalmazása felé.

A meteorológiában a légnyomást, a hőmérsékletet, a nedvességet és a folyékony csapadékot regisztráló makróműszerekben már kialakult az egységes elv, bár ez a standardizálódás még nem teszi lehetővé a különböző időben beszerzett különböző gyártmányú műszerek alkatrészeinek a cserélhetőségét. A többi meteorológiai elem, (pl. szél, napfénytartam, sugárzás) területén — a most fejlődő mikrometeorológiai műszerekről nem is szólva — még távolabb állunk a kívánatos standardizálástól.

SZALAY MIKLÓS

Regisztráló vízmércék céljára egységes műszer kialakítása kívánatos, amelynél, — felhasználás helyétől és céljától függően, — mind az idő, mind a vízállás léptéke bizonyos gyakorlati határok közt változtatható. Ezenfelül kívánatos, hogy a lapcserekből eredő zavarokat minél kisebb mértékre szorítsuk le.

Javasolja, hogy a regisztráló vízmérce a Geiger-féle vibrográfhhoz hasonlóan a lapcsere esőkkentése érdekében óraművel hajtott dobra felcsavarodó papírszalaggal dolgozzék.

Az előadás röviden érintette a duzzasztóművek által létrehozott nem permanens vízfolyás regisztrálási problémáit is. Ennek a kérdésnek nehézségét a tiszalöki vízlépcsővel kapcsolatban felmerült problémával világítja meg.

A gát mögötti duzzasztott vízszintesés olyan csekély, hogy a szokásos 1—2 cm pontosságú vízmérceleolvasásokból számított esésnek a vízhozam számításánál történő felhasználása többszáz %-os hibát okozhat. Így szükségessé vált, hogy az esés számításához szükséges három vízmérce leolvasását mm pontossággal jelezzék az erőmű kezelőhelyiségébe. Mivel a várható vízjáték megközelíti a 10 m-t a műszerszerkesztő az előtt a nehéz feladat előtt állt, hogy az észlelési értéket 10 000 lépcsőben kell távjelezni. A több km-es vezeték azonban az induktív, kapacitív, vagy ohmikus elven működő távadók által előidézett kismértékű mennyiségváltozásokat meghamisítja, másrészt nem lehet olyan elektromos mérőműszert szerkeszteni, amelynek skáláján a 10 000 skálosztás elhelyezhető lenne. Ezért a fenti célra az impulzusadó elvén felépített műszert javasolt a Vízérmű Tervező Iroda részére.

VARRÓK ENDRE

A folyamatos észlelés nemcsak a természetbeni, hanem a laboratóriumi észlelés problémája is, azonban itt nagyobb pontosságot kívánunk. Pl, a cm leolvasással kielégítő eredményt nyújtó mérceleolvasás helyett a laboratóriumban 0,1 mm pontossággal olvasunk le.

Ugyancsak a laboratóriumi munka természetéből következik, hogy az eredő hatás résztényezőkre történő bontását, korrelációk helyett függvénykapcsolatok bevezetését egyre nagyobb mértékben kell elvégezni. Az észlelés nagyfokú mechanizálása nélkül a kitűzött célt nem tudjuk elérni.

Nélkülözhetetlenek a regisztráló műszerek például a turbulencia vizsgálatánál. Tudomása szerint a Szovjetunióban végzett folyami mérésektől eltekintve, éppen a folyamatosan észlelő műszer hiánya miatt, ilyen irányú, részletes vizsgálatokat nem végeztek.

Második helyen említi a felszíni hullámok regisztrálását. 0,01—100 Hz közötti frekvenciájú mozgó és a legkülönbözőbb amplitudójú és hullámhosszú állóhullámok felvétele szükséges.

Ellenőrző rajzoló műszer a mérőbukónál, rajzoló sebességmérő, az egyen-súlyi állapotot határozottan jelző író mikromanométer a szívárgási kísérleteknél: egy néhány példa a feladatok sorából.

Elkészítésük ma még körülményes; azonban mind a külső észlelő állomásokon, mind a hidraulikai laboratóriumban már most is égető szükség lenne a kor színvonalán álló szabatos rajzoló műszerekre. A nagybani előállítást a tifliszi Gidrometpribor-gyár mintájára nálunk is meg kellene szervezni.

LÁSZLÓFFY WOLDEMÁR

Amikor egy vízfolyáson két vagy három vízmérce van, akkor fel lehet rakni a vízállásgörbéket egymásután, és össze lehet őket hasonlítani. Ha nincs több ilyen mérce, akkor nem lehet következtetni, és teljes bizonytalanságban vagyunk. A rajzoló vízmérce tehát a biztonságot szolgálja.

Rámutat és példákat hoz fel a periodikus észlelés hátrányaira és ugyanekkor felhívja a figyelmet a regisztráló és távjelző észlelés előnyére különösen az árvédelmi szolgálatban.

A Dunán 1897-ben és 1899-ben volt két rendkívüli árvíz. Az árvíz után Bécsben olyan vízállás távjelző berendezést állítottak fel, amely a központtól kb. 40 km-es sugarú körben elhelyezett 8 mércéről automatikusan pontos jelzést ad. Ugyanígy Linzben is.

Kérdi, meg kell-e nekünk várni egy olyan országos katasztrófát rajzoló vízmérceink nagyszámban való felszereléséhez, mint amilyent a bécsiek megvártak.

SALAMIN PÁL

A síkvidéki és a hegyvidéki vízgyűjtőterületek vizsgálatánál és általában a mezőgazdasági vízi problémák tanulmányozásánál igen nagy mértékben előtérbe kell kerülnie a megfelelő íróműszerek beszerzésének és felszerelésének. Pl. síkvidéki vízgyűjtőterületeink tanulmányozásánál nem nélkülözhetjük a szakaszosan működő belvízcsatornahálózatok kulcspontjain az író-vízhozammérő műszereket, valamint a megfelelő hálózatban elhelyezett csapadék-íróműszere-

ket. Nehéz feladat a hűtővadási intenzitás változásának leírása, ábrázolása. Hegyvidéki vízgyűjtőterületeink vizsgálatánál a források vízhozamingadozásának írására kell elsősorban gondolnunk.

A laboratóriumi író-műszereknél vagy általában a laboratóriumi mérőberendezéseknél az elsődleges szempont a *szabatosság* biztosításának igénye.

Javasolja az íróműszerek nagyobb mértékben való bevezetését és új típusú íróműszerek szerkesztését elősegítő kutatómunka fejlesztését, továbbá, hogy szabatosan forgó henger-típusokat szerkesszünk, amelyek megfelelő áttétel útján különböző sebességekkel foroghatnak, s így a legkülönbözőbb folyamatos észlelési feladatok megoldására használhatók.

Felhívja a figyelmet egyéb korszerű mérési eljárásokra is. Figyelemmel kell lennünk a *fényképezés technikája* által biztosított lehetőségekre. Pl. egy szabatosan forgatott filmszalagú fényképezőgéppel a lassú és közepes sebességű vízmozgásokat (vízszínmozgásokat) a célnak megfelelően írhatjuk le. Olyan jelenségeknek a lefolyását mutathatjuk be, amelyek igen rövid idő alatt játszódhatnak le és így másképpen meg nem figyelhetők.

Végül javaslatot tesz országos viszonylatban kiválasztott 20—25 nagyobb belvízi *egység kulcspontjain író-vízhozammérő berendezések elhelyezésére*. Ezek a kulcsponton elhelyezett vízhozammérő berendezések lehetővé teszik majd a tervezett minta-vízgyűjtőterületeken nyert kutatási eredmények országos méretű általánosítását.

FAZEKAS KÁROLY válasza a hozzászólásokra

Műszertípusok ismertetése nem volt célja az előadásnak, ezért a bemutatott ábrák vázlatok, és csak a főbb műszereket akarták szemléltetni. *Szalay Miklós* által ismertetett műszer csak speciális esetben válhatik be, lényegesen komplikáltabb és érzékenyebb pontjai vannak, mint például az előadásban bemutatott műszervázlatnak. A folyamatos észlelő műszerek bevezetésének kezdetén arra kellene törekednünk, hogy a lehető legegyszerűbb és legvilágosabb műszertípust adjuk az észlelők kezébe. Speciális esetben azonban ez a hosszabb szalaggal dolgozó és időjelet regisztráló készülék igen kiváló szolgálatot tehet.

A laboratóriumi műszerekről szóló hozzászólás kiegészítette az előadást. A turbulenciavizsgálatra vonatkozóan vannak különböző berendezések, és a különféle speciális célokra általában igen különleges, speciális műszereket is készítenek. Ha a vízrajzi szolgálatnak a régi időkből fennmaradt lomtárában alaposan kutatunk, egészen furcsa műszereket is találunk. Többek között találunk még *Hajós Sámuel* idejéből való távjelző periodikus lengésregisztráló készüléket is.

Lászlóffy Woldemár hozzászólásában említett osztrák távjelző berendezés klasszikus példája annak, hogyan lehet egy vízállási meglepetésnek erősen kitett területen magunkat ilyen távjelző szerkezetekkel biztosítani. Természetesen, ugyanezt az elrendezést az északolaszországi folyóknál is megtették, ott is befutnak ezek a távjelzők a szolgálat központjába.

A hozzászólók egyetértettek azzal a javaslattal, sőt továbbvitték, hogy a rajzoló vízmércék gyártása ipari kutatás témája legyen.

A VÍZ AGRESSZÍV TULAJDONSÁGAINAK MEGÁLLAPÍTÁSÁRA VONATKOZÓ ELJÁRÁSOK*

PAPP SZILÁRD

Az ásott és fúrt kutak, források, folyók és tavak vízával, valamint a talajvízzel érintkező és ezek vezetésére szolgáló beton, azbeszt-cement és vascsövek, továbbá tartályok, medencék, vízvezeték és csatornahálózatok, betonhidak, betonalapzatok, földalatti betonmedencék, völgyzáró gátak stb. lassú bomlásnak vannak kitéve, amiben a főszerepet a víz szabad szénsavtartalma játssza. Ezért a víz agresszív tulajdonságainak megítélése esetében elsősorban szabad szénsavtartalmának meghatározására van szükség. Szerepet játszik még az agresszív hatás előidézésében a hőmérsékleten kívül a víz pH értéke és oldott oxigéntartalma is.

A vízben előforduló szabad szénsavnak mennyiségi meghatározására általában két eljárás van használatban. Az egyik *Tillmans*- és *Heubleintól* [1], a másik *Winklertől* [2] származik. A két eljárás lényegében abban tér el egymástól, hogy *Tillmans* nátriumhidroxid, *Winkler* pedig nátriumkarbonát oldatot használ a szabad szénsav megkötésére.

A lúg vagy szódaoldattal végzett szabad szénsavmeghatározás hibáira már maguk a szerzők: *Tillmans* és *Winkler* is rámutattak. A hibák kiküszöbölésére *Tillmans* [1], *Olszewszky* [3], *Ohlmüller* és *Spitta* [4] a 10 nkf-nál keményebb vizek desztillált vízzel való hígítását ajánlják. *Winkler* [2] a hiányok pótlására korrekciós táblázatot közöl, amit tisztán empirikus úton állított össze.

Mivel úgy *Tillmans*, mint *Winkler* eljárásával végzett szabad szénsavmeghatározások esetében igen gyakran nagymértékű szénsavhiányok mutatkoztak az egyes vizekben, ezért a szénsavhiányok okai után kutatva, azoknak legnagyobb részét a szabad szénsavmeghatározás, illetve a korrekció hibáiban találtam meg. Ezért szükségesnek tartottam a szabad szénsav meghatározása korrekciós értékeinek megállapítására megfelelő számítást kidolgozni. Hogy ezen számítás elméletileg is alátámasztható legyen, szükségessé vált előbb megállapítani, mik azok az okok, melyek a korrekció alkalmazását szükségessé teszik.

Tekintettel arra, hogy a szabad szénsav meghatározása fenolftalein indikátor jelenlétében történik és az indikátornak a színváltozása annak mennyiségétől

* Készült az Országos Közegészségügyi Intézet Vízügyi Osztályán.

függően 7,7—8,0 pH érték között kezdődik, ezért meghatározandónak tartottam a különböző töménységű szénsavmentes, tehát teljesen semleges hidrogénkarbonát oldatok pH értékeit. Erre a célra szénsavmentes kálium, nátrium és kalcium-hidrogénkarbonát oldatokat készítettem és az oldatok pH értékeit *Hellige*-komparátorral határoztam meg. (5, 6, 7). A mérések eredményeit az első táblázatot 3—4. oszlopában tüntettem fel.

I. TÁBLÁZAT

Szénsavmentes kalcium és nátriumhidrogénkarbonát oldatok mért és számított pH értékei

1	2	3	4	5	6
Karbonát keménység nkf.	Kötött CO ² mg/l	Ca(HCO ₃) ₂ mért pH	NaHCO ₃ mért pH	6. egyenlettel számított pH	7. egyenlettel számított pH
0,1	0,78	7,16	—	7,18	7,17
0,5	3,9	7,53	—	7,52	7,52
1,0	7,8	7,65	7,55	7,67	7,66
2,5	19,6	7,90	7,70	7,87	7,87
5,0	39,2	8,05	7,90	8,02	8,02
10,0	78,5	8,17	8,10	8,17	8,17
20,0	157,1	8,30	8,22	8,33	8,32
30,0	235,7	8,35	8,27	8,41	8,41
40,0	314,1	8,38	8,32	8,47	8,47

Ezekből láthatjuk, hogy a semleges kalcium és nátriumhidrogénkarbonát oldatok pH értékei a töménységgel változnak és pedig a hígabb oldatok jóval savanyúbbaknak bizonyulnak a töményebbeknél. Ebből következik, hogy a híg oldatok semleges pontjai fenolftaleinnel nem is jelezhetőek, tehát ezért az egészen lágy vizekben történő szabad szénsavmeghatározás esetében ezeket túltitráljuk, míg a keményebb vizekben, melyeknek semleges pontjuk a fenolftalein kezdeti színváltozásával jelezhető pH értékek fölött van, az összes szabad szénsavat nem kötjük meg teljesen, mivel a színváltozás már előbb, alacsonyabb pH érték mellett következik be, tehát a titrálást hamarabb fejezzük be. Ez azt jelenti, hogy fenolftalein indikátor használata mellett a vízben lévő összes szabad szénsav nem határozható meg, mivel a halvány rózsaszíneződés megjelenése után még marad a vízben meg nem kötött szabad szénsav. A táblázat adataiból következik, hogy fenolftalein helyett olyan indikátort kellene használni, melynek színváltozása magasabb pH értéknél, illetve éppen a semleges pontnál következik be. Mivel azonban ezen semleges pont a különböző töménységű hidrogénkarbonátos vizekben más és más, következik, hogy ilyen indikátort nem is találhatunk. Ezért tehát a pontos meghatározást csak számítással, vagyis korrekció alkalmazásával lehet elérnünk.

A táblázatból megállapítható az is, hogy a meg nem titrálható szabad szénsav mennyisége, amit korrekcióként számításba kell venni, annál nagyobb, minél nagyobb a víz hidrogénkarbonát-ion-tartalma, azaz minél nagyobb a karbonát keménysége. A korrekciós értékek kiszámítása során arra törekedtem, hogy a negatív korrekciók alkalmazását elkerüljem. Ennek lehetősége a táblázat szerint fennállt, ha a fenolftalein indikátort oly koncentrációban alkalmazom, hogy színváltozásának kezdete minél alacsonyabb pH értéknél következzen be. Mivel 2%-os fenolftalein oldatból 100 ml vízben 0,75 ml az a mennyiség, amely még zavarosodást nem okoz, ezért ezzel a mennyiséggel a fenolftalein színváltozásának kezdetét 7,70 pH-ra tudtam leszorítani. Ez a táblázat szerint azt jelenti, hogy a megadott mennyiségű fenolftalein alkalmazása esetében negatív korrekciót csak két nkf.-nál lágyabb vizek esetében kellene alkalmazni, ami gyakorlatilag hazai vizekben alig fordul elő. Azáltal, hogy azt a pH értéket, ameddig a titrálással haladni szándékszom, 7,70-nak választottam meg, a feladat oda egyszerűsödött, hogy kiszámítsam azt a szénsavmennyiséget, amely a különböző kötött szénsavtartalmú, illetve karbonát keménységű vizekben a 7,70 pH értéknek megfelel, amely szabad szénsav a titrálás folyamán nem köthető meg és ezért korrekciós értéként az eredmények javítására felhasználható.

A számításhoz felhasznált egyenlet a következő:

$$\text{pH} = \log \cdot \frac{2k \cdot 10^7}{3,04 \cdot s} \quad (1)$$

melyben k a kötött, s pedig a szabad szénsavat jelenti mg/l-ben kifejezve. pH helyébe 7,70-t helyettesítve és kifejezve az s -et, kapjuk, hogy

$$s = \frac{k}{7,5} \quad (2)$$

Ezzel az egyenlettel tulajdonképpen bármely hidrogénkarbonát-tartalmú vízben kiszámítható az a szabad szénsavmennyiség, amely a víz 7,70 pH értékének megfelel és ami fenolftalein indikátor jelenlétében meg nem titrálható. Ezen meg nem titrálható szabad szénsav és a víz karbonát keménysége között azonban sikerült olyan egyszerű összefüggést felismernem, mely lehetővé teszi, hogy a meg nem határozható és korrekcióként alkalmazandó szabad szénsavat minden számítás nélkül ki tudjuk fejezni a víz karbonát keménységével. Ez az összefüggés a következő:

$$L \cdot 2,8 = v \quad \text{és} \quad L \cdot 22 = k$$

Az egyenletben L a lúgosságot, v a karbonát keménységet és k a kötött szénsavat jelenti. A két egyenletet összevonva és kifejezve belőle a k -t, kapjuk,

$$\text{hogy} \quad k = 7,86 \cdot v \quad (3)$$

Helyettesítsük be a 2. egyenletbe a k helyébe a 3. egyenletet, akkor a 2. egyenlet a következőképpen alakul: $s = 1,04 \cdot v$. Az 1,04-et mint szorzót, korrekciós értékszámításnál minden nagyobb hiba elkövetése nélkül elhanyagolhatjuk és ekkor kapjuk, hogy

$$s = v \quad (4)$$

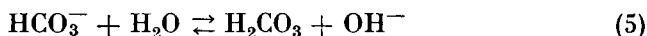
vagyis a fenolftalein indikátor jelenlétében meg nem határozható 7,70 pH-t előidéző szénsav mennyisége mg/l-ben kifejezve számszerűen egyenlő a víz karbonát keménységével.

Említett tanulmányaimban (5, 6, 7) csak a különböző töménységű szénsavmentes kalciumhidrogénkarbonát és alkalihidrogénkarbonátok semleges pontjainak pH értékeit határoztam meg, mivel szénsavmentes magnéziumhidrogénkarbonát oldat előállítása nagyobb nehézségekbe ütközik. Ugyanis a *Seignette*-sónak az alkalmazását még nem tartom elegendő biztosítéknak arra, hogy a szénsavnak a vízből való teljes kiűzése után magnéziumkarbonát ne keletkezzék, melyről kalciumhidrogénkarbonát használata esetében azonnal meg tudtam győződni, mivel a fellépő zavarosodás azonnal kalciumkarbonát megjelenésére utalt. Ez magnéziumkarbonát esetében nem volt várható és ezért kénytelen voltam azt a különbséget, ami a semleges magnéziumhidrogénkarbonát és kalciumhidrogénkarbonát oldatok pH értékei között felléphet, elhanyagolhatónak tekinteni, mivel a szénsavmentes kalciumhidrogénkarbonát és a nátriumhidrogénkarbonát oldatok pH értékei között az eltérés, különösen a 10 keménységi foknál töményebb oldatok esetében 0,1 pH értéken belül mozgott. A hígabb oldatokban fellépő és mindössze csak 0,2 pH értékkülönbsézig terjedő eltérések bizonyos valószínűséggel visszavezethetők az oldatok, különösen a szénsavmentes kalciumhidrogénkarbonát oldat előállításának nehézségeire. Ezért a szénsavmentes magnéziumhidrogénkarbonát oldatok pH értékeit a kalciumhidrogénkarbonát oldatok pH értékeivel tekintettem egyezőnek, illetve elhanyagolható mértékben eltérőnek. Ennek megfelelően korrekciós értékszámításaimat ennek alapján készítettem el (5, 6).

Korrekciós értékszámításaimmal igen részletesen foglalkozott *Almássy Gyula* [8], aki azoknak helyességét számos vonatkozásban megerősítette. Vizsgálatait azonban kiterjesztette a különböző töménységű szénsavmentes magnéziumhidrogénkarbonát oldatok pH értékeinek a meghatározására is s megállapította, hogy azok pH értéke jóval felülmúlja a szénsavmentes kalcium és alkalihidrogénkarbonát oldatok pH értékeit. Mérései szerint a szénsavmentes magnéziumhidrogénkarbonát oldatok pH értékei már az 1 keménységi foknál kisebb töménység esetében is 7,8 pH érték fölé emelkednek és töményebb oldatokban eléri a 9,5 pH értéket is. Ennek megfelelően a korrekció táblázata rendkívül magas, saját javító számaimat több mint kétszeresen meghaladó korrekciós értéket tartalmaz.

Minden bizonnyal a szénsavmentes magnéziumhidrogénkarbonát oldatoknak 9,5-et is elérő pH értékei már arra mutatnak, hogy ott karbonát-ionok vannak jelen, mivel az általános tapasztalat szerint mindazon vizekben található karbonát-ionok, melyeknek pH értéke a 8,5-et meghaladják. Almássy Gyulának ezen vizsgálatai késztettek arra, hogy hidrogénkarbonát oldatok pH értékeivel ilyen szempontból is foglalkozzam és e célból két úton próbáltam ezek pH értékeire támpontot nyerni.

Először kiindultam abból, hogy a hidrogénkarbonátok a következő reakcióegyenlet szerint hidrolizálnak:



Keletkezik tehát rosszul disszociált szénsav és hidroxil-ion. Ha tehát a különböző töménységű szénsavmentes hidrogénkarbonát oldatok pH értékeit ennek alapján ki akarjuk számítani, akkor azt a következő levezetett egyenletemmel (7) végezhetjük el:

$$\text{pH} = 7,076 + \log \frac{2k}{2} \quad (6)$$

mely egyenletben k a kötött szénsavat jelenti mg/l-ben kifejezve. A számításokat különböző kötött szénsavtartalmú hidrogénkarbonát oldatokkal elvégezve, az I. táblázat 5. oszlopában tüntettem fel.

A másik út, melyet járhatónak találtam, a vizek pH értékeinek pontos kiszámítására levezetett egyenletemből (9) indul ki, mely a következő:

$$\text{pH} = 6,517 + \log 2k - \log \left[s + \text{num} \cdot \log \left(\frac{\log 2k}{2} - 559 \right) \right] \quad (7)$$

mely egyenletben k a kötött, s pedig a szabad szénsavat jelenti mg/l-ben kifejezve. Ha a (7) egyenletben s helyébe O -t — hiszen szénsavmentes hidrogénkarbonátokról van szó — helyettesítünk és azt különböző kötött szénsavtartalmú vizekre megoldjuk, eredményül az I. táblázat 6. oszlopában feltüntetett pH értékeket kapjuk.

A táblázat 5. és 6. oszlopából megállapíthatjuk, hogy a számítással nyert pH értékek a mért pH értékekkel elfogadható egyezést mutatnak, jeléül annak hogy pusztán csak a kötött szénsavból vagyis a hidrogénkarbonát koncentrációból számított pH értékek a mért pH értékeknek megfelelnek és a pH értékek nagysága pusztán a hidrogénkarbonátion-koncentrációtól, nem pedig az ezekhez kapcsolt kationoktól függ. Tehát ebből következik, hogy a szénsavmentes magnéziumhidrogénkarbonát oldatok pH értékei sem haladhatják meg a 8,5-t. Hogy a szénsavmentes kalciumhidrogénkarbonát és nátriumhidrogénkarbonát mért pH értékei között mégis csekélyebb nagyságrendű különbség mutatkozik, az

esetleg a sók különböző mértékű disszociációjára vezethető vissza, mivel a számításra felhasznált egyenletek levezetésekor a disszociációt teljes mértékűnek, vagy legalább is a 100%-ostól csak elhanyagolhatóan csekély mértékben eltérőnek tekintetem.

Az 1. egyenletből levezetett 2. egyenlet szerint a 7,70 pH értéknek megfelelő és korrekciós értéként számításba veendő szabad szénsavtartalom a víz kötött szénsavtartalmának 7,5 részét teszi ki. Az újabban levezetett (7) egyenlet szerint a 7,70 pH értéknek megfelelő és korrekcióként számításba veendő szabad szénsav mennyisége a következőképpen fejezhető ki. A (7) egyenletet más formában írva kapjuk (9), hogy

$$\text{pH} = \log \frac{2k \cdot 10^7}{3,04 \cdot \left(s + \frac{0,276 \cdot 2k}{\sqrt{2k}} \right)}$$

ebből kifejezve az s -et

$$s = \frac{k}{7,5} - \frac{0,276 \cdot 2k}{\sqrt{2k}} \quad (8)$$

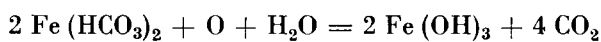
A (8) egyenlet jobboldalának második tagját 0,5-től 50 karbonát keménységnek megfelelő kötött szénsavtartalmú vizekben kiszámítva 0,77—7,74-ig terjedőnek találtam. A (8) egyenlet tehát azt mondja, hogy 7,70 pH értéknek megfelelő és korrekciós értéként figyelembe veendő szabad szénsav mennyisége kisebb, mint amennyi a kötött szénsav 7,5 részének felelne meg. Mivel alkali-hidrogén-karbonátos oldatokban a korrekciós értékeket meghatározva (5, 6) azokat a kötött szénsav egytized részével találtam egyenlőnek, azért az újabban elvégzett számításaim alapján a korrekcióértékek kiszámítását olyképen tartom lehetségesnek egyszerűsíteni, hogy nem teszek különbséget kalcium, illetve magnézium vagy pedig alkali-hidrogén-karbonát oldatok között, hanem korrekciós értéként egyöntetűen a kötött szénsav 1/10-ed részét veszem számításba. Ezáltal, hogy nem vagyok tekintettel a különböző kationokhoz kötött hidrogén-karbonát-ionokra, a korrekciós értékek kiszámítását lényegesen leegyszerűsítettem, mivel a különböző hidrogén-karbonátok disszociációja okozta eltéréseket elhanyagolhatónak tartom, hiszen tulajdonképpen csak korrekciós értékszámításról van szó.

A közöltek alapján tehát a korrekciós értékeket a következőképpen veszem számításba. A mért szabad szénsav mg/l-ben kifejezett mennyiségéhez hozzáadjuk a mért szabad szénsav 1/10-ed részét és azonkívül a víz kötött szénsavtartalmának ugyancsak 1/10-ed részét. A mért szabad szénsav 1/10-ed részének hozzáadására azért van szükség, mert a nátrium-karbonát oldattal való titrálás alkalmával a szabad szénsav hatására nátrium-hidrogén-karbonát keletkezik, mely kötött szénsavtartalmának 1/10-ed részével ugyancsak növeli a korrekciót.

A mért szabad szénsav 1/10-ed részének korrekciós értéként való felhasználása azonban csak akkor helyes, ha a titrálást nátriumkarbonáttal végezzük, mivel ilyen esetben a titrálás folyamán keletkezett kötött szénsav egyenlő a szabad szénsav mennyiségével. Nátriumhidroxiddal való titrálás esetében csak a szabad szénsav 20-ad részével szabad a korrekciót növelni, mivel ilyen esetben csak félfannyi kötött szénsav keletkezik, mint nátriumkarbonáttal való titrálás alkalmával.

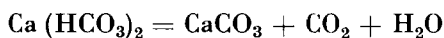
Mivel a víz szabad szénsavtartalmának meghatározása, különösen keményebb vizek esetében csak nagy hiányokkal végezhető el, ezért a korrekciós értékek használatára nagy súlyt helyezendő.

Fel kívánom még hívni a figyelmet a szabad szénsavmeghatározás metodikájával kapcsolatban a vasas, kemény és többszáz, illetve pár ezer mg/l szabad szénsavat tartalmazó vizek esetében szükséges módosításokra is. Több mg vasat tartalmazó vizek esetében előfordul, hogy a nagyobb mennyiségű ferrohidrogénkarbonát a lúg vagy szódaoldattal történő titrálás folyamán kolloid barnaszínű ferrihidroxiddá alakul és ezáltal nemcsak a fenolftalein halvány rózsaszínének felismerését nehezíti meg, hanem még az átalakulás közben felszabadult széndioxid a lúg vagy szódaoldat fogyasztást is növeli a következő reakcióegyenlet szerint:



Ezen egyenlet szerint minden kolloidosan kiválott vas kereken 1,6 mg/l-rel emeli a víz szabad szénsavtartalmát.

Hasonló zavarok következnek be keményebb vizekben történő szabad szénsav meghatározás esetében is, amikor a lúg vagy szódaoldat adagolására a tartozékos szabad szénsav megkötődik és a kalciumhidrogénkarbonátnak túltelített oldata keletkezik. Ezen túltelített oldat annál kevésbé állandó, minél keményebb a víz, mert a mészsav-egyensúly megbomlása következtében a vízből kalciumkarbonát válik ki és az ú. n. félig kötött szénsav felszabadul a következő reakcióegyenlet szerint:



A kalciumkarbonát kiválása következtében a vizsgált víz hirtelen megzavarosodik és ezáltal a fenolftalein halvány rózsaszínének felismerését megnehezíti, azonkívül a felszabadult széndioxid a víz szabad szénsavtartalmát növeli, még pedig minden mg kalciumoxid 0,78 mg széndioxiddal. Mindezt a vasas és kemény vizekben fellépő zavarok megszüntetése végett a szabad szénsav meghatározását olyképpen végzem el (10), hogy fenolftaleinre beállított 50%-os *Seignette*-sót tartalmazó n/10 nátriumkarbonát oldatot ismert mennyiségben egyszerre és feleslegben adom a vizsgálandó vízhez és ezután a feleslegben maradt nátrium-

karbonátot $n/10$ sósavval visszatitrálom. Ezen módszer előnye, hogy a szabad szénsav megkötése a nátriumkarbonátfeleslegben gyorsan következik be és a vizsgálati edény ismételt nyitogatása miatt bekövetkező szénsavveszteségek elkerülhetők. A vas és kalciumkarbonát kiválása a *Seignette*-só jelenléte miatt nem következik be, tehát ezek zavaró hatása is kiküszöböltnék tekinthető. Az eljárásnak különösen a kemény, vasas és nagy szénsavtartalmú ásványvizeink vizsgálata esetében van jelentősége.

A víz szabad szénsav tartalmának mennyiségéből számítjuk ki a mészre agresszív szénsavat, amire a víznek vasra gyakorolt agresszív tulajdonságának a megítélése esetében van szükségünk. A mészre agresszív szénsav kiszámításához azonban előbb szükségünk van a víz tartozékos vagy egyensúlyi szénsavtartalmának kiszámítására, amire *Tillmans* [11] következő egyenletét használjuk fel:

$$\text{tartozékos CO}_2 = (\text{kötött CO}_2)^2 \cdot \text{CaO} \cdot \frac{44}{56} \cdot \frac{1}{K_t} \quad (9)$$

A K_t a t hőmérsékleten meghatározott állandót jelent, melynek értéke a következő egyenletből számítható ki:

$$K_t = 66270 \cdot (0,9714)^t$$

Hazai vizeink adataival elvégzett számításaim azonban azt mutatták, hogy az egyenlettel nyert tartozékos szénsav értékek alkali-hidrogénkarbonátos vizeinkre csak bizonyos megszorításokkal használhatók. Tehető ez pedig azért, mivel az alkali-hidrogénkarbonátoknak tartozékos szénsavuk nincs vagy legalább is elhanyagolható csekély. Olyan vizek esetében tehát, amelyekben a keménység nemcsak kizáróan, hanem csak túlnyomóan kalcium-hidrogénkarbonátból áll, gyakorlati szempontból használható értékeket szolgáltat az egyenlet akkor, ha csak kizáróan a kalcium-hidrogénkarbonáthoz kötött szénsavval végezzük a számítást. Ilyen leegyszerűsített esetben azonban maga a (9) egyenlet is egyszerűbbé válik, mivel az egyenletben

$$\text{CaO} \cdot \frac{44}{56} = 56 \cdot \frac{44}{56}$$

helyett 44 azaz CO_2 írható, amikor is a (9) egyenlet a következőképpen alakul:

$$\text{tartozékos CO}_2 = \frac{(\text{kötött CO}_2)^3}{K_t}$$

Az egyenlettel kapcsolatban szeretnék rámutatni, hogy nem elegendő az irodalomban szereplő és az egyenlet alapján 17°C -ú vízre vonatkozó értékekből kiindulni, mivel a 17°C -nak megfelelő értékek használata eltérő hőmérsékletű vizek esetében már számottevő hibát okoz. Ezért tehát a hőmérséklet pontos

figyelembe vételére szükség van, ami az irodalomban nincs kellőképpen kihangsúlyozva (12).

A mészre agresszív szénsavat azonban nemcsak számítás útján határozhatjuk meg, hanem a víz mért és a számított egyensúlyi pH értékének a különbségéből is következtethetünk a jelenlétére. Bár ez a különbség nem az agresszív szénsav mennyiségével, hanem az oldóhatás sebességével lesz arányos. A pH értékkülönbségeknek ezért az agresszív hatás mértékének megítélésében van szerepe, mivel a különbség nagysága az agresszivitás erősségét fejezi ki, melyre vonatkozóan a számítás nem ad semmi támpontot. Az e téren elvégzett vizsgálataim azt mutatják, hogy a víz mészre agresszív tulajdonságának megítélése esetében a mészre agresszív szénsav mennyiségén kívül figyelembe kell venni a ténylegesen mért és az egyensúlyi pH értékek különbségének a nagyságát is, mivel a kalciumkarbonát nagyobb pH értékkülönbségek mellett gyorsabban fog oldódni. Különösen a reakció végén az egyensúlyi állapothoz közel már igen lassan oldódik a kalciumkarbonát, illetve kötődik meg a mészre agresszív szénsav. Az oldatbemenő kalciumkarbonát mennyisége azonban függetlenül a pH értékek különbségeinek nagyságától, mindig a számításnak megfelelő. Ezért nyugvó állapotban lévő vagy lassan cserélődő víz esetében a pH értékkülönbség megállapítása alig bír jelentőséggel a kalciumkarbonát oldódása, illetve az agresszív hatás szempontjából. Csőben áramló és folyton cserélődő vizek esetében azonban az azonos mészre agresszív szénsavtartalmú vizek közül a nagyobb pH értékkülönbséggel bíró, illetve mélyebben az egyensúly alatt álló víz gyorsabban fogja kalciumkarbonátot oldó és ezáltal agresszív hatását kifejteni, mint az egyensúlyi állapothoz közelebb álló, de ugyanennyi agresszív szénsavat tartalmazó, nyilván keményebb víz. Az előbbi víz tehát több mészre agresszív szénsavat tartalmazónak fog látszani az utóbbival szemben. Ezért a víz agresszív tulajdonságainak megítélésénél a mészre agresszív szénsav meghatározása mellett főképp a mozgásban lévő vizek esetében a pH értékek különbségének a nagyságát is figyelembe kell venni. A kettő egybevetéséből kaphatunk csak megfelelő képet a víz agresszív tulajdonságának pontos mértékéről (13, 16).

Mivel a víz agresszív tulajdonságainak megítélésénél igen döntően esik latba a víz pH értéke, ezért ennek pontos meghatározására is nagy súly helyezendő. A pH értékek megmérésére számos helyszíni tájékoztató és igen pontos laboratóriumi eljárás áll rendelkezésünkre. Azonban tekintettel arra, hogy a víz pH értéke szabad szénsavtartalmának függvénye, ezért a laboratóriumi pontos eljárások kevésbé jöhetnek szóba, hanem inkább a tájékoztató helyszíni eljárásokra vagyunk utalva. Ezért a pontatlanságok kiküszöbölése végett a víz pH értékének a meghatározását számítás útján végezzük el, mely célra a következő egyenletet vezettem le (14) :

$$\text{pH} = 6,517 + \log 2k - \log \left[s + \text{num} \cdot \log \cdot \left(\frac{\log 2k}{2} - 0,559 \right) \right]$$

Ezen egyenletre azért volt szükség, mert az irodalomban szereplő egyenletek csak a szabad szénsav disszociációja következtében beállott hidrogénionkoncentrációt vették számításba, míg a víz hidrogénionkoncentrációját nem. Pedig csekély szabad szénsavtartalmú vizekben a víz hidrogénionkoncentrációja, illetve annak a vizes hidrogénkarbonát oldatnak a hidrogénionkoncentrációja, amiben a szénsav disszociációja végbe megy, nem képezhet elhanyagolható mennyiséget, mivel az egyensúly létrejöttében számottevő részt kell hogy vegyen. Tehát a megmért hidrogénionkoncentráció a szénsav disszociációjából és a víz disszociációjából származó hidrogénionkoncentrációk összegéből kell hogy álljon. Természetesen, ha tiszta vizes oldatokról volna szó, akkor a szabad szénsav disszociációjából származó hidrogénionkoncentrációt pusztán a víz hidrogénionkoncentrációjával kellene növelni. Tiszta hidrogénkarbonátot tartalmazó vizes oldatokban azonban a hidrogénionkoncentráció kisebb a víz hidrogénionkoncentrációjánál, ezért a szabad szénsav disszociációjából származó hidrogénionkoncentráció nem növelhető konstans értékkel, hanem a megfelelő töménységű hidrogénkarbonát vizes oldatának hidrogénionkoncentrációjával.

Az egyenlettel elvégzett nagyszámú számított pH értékek a mért pH értékekkel való egyezése azt mutatta, hogy az egyenlet gyakorlatilag teljesen használható értékeket szolgáltat. Mivel pedig a víz pH értékeinek meghatározása a helyszínen kellő pontossággal csak nehezen szállítható elektromos pH-mérő készülékkel volna elvégezhető, ezért tapasztalataink szerint minden koloriméteres eljárásnál a közölt egyenlet segítségével számított pH értékek megbízhatóbb és pontosabb eredményeket szolgáltatnak. Ezért tehát a vizek pH értékeinek pontos meghatározását számítás útján elvégezhetőnek tartom.

A következő alkatrész, mely a víz agresszív sajátosságainak megítélésében szerepet játszik, az oldott oxigén. Ennek meghatározását *Winkler* eljárása szerint végezzük.

Az építőanyagok közül a fémeken kívül, főleg a beton az, melyre a víz agresszív hatást gyakorol. Ez esetben főleg a víz szulfát és szabad szénsavtartalmának van döntő szerepe. Szulfátos víz esetében az agresszivitás mértékének a megállapítása pusztán a szulfácion meghatározására van visszavezetve.

Nem olyan egyszerű azonban az eset, ha a szabad szénsavnak betonra gyakorolt agresszív hatását kell megállapítani. Itt elsősorban rá kell mutatnom arra az irodalomban is elterjedt nem egészen elfogadható felfogásra, hogy a mészre agresszív szénsavat egyidejűleg betonra agresszívnek is tekinthetjük. Hogy ez a felfogás nem egészen helyes, következik abból, hogy a betonnal szemben fellépő agresszív hatás két feltétel egyidejű fennállásán múlik. Az első a 7,0-nak megfelelő pH értéknél nagyobb hidrogénionkoncentráció, a másik pedig a mészre agresszív szénsav jelenléte. A kettő együttes hatása pedig abban áll, hogy a szabad szénsavnak megfelelő hidrogénionkoncentráció hatására a beton kalciumszilikátja, hidroszilikátja, alumínátja stb. kalciumkarbonáttá alakul, melyet a mészre agresszív szénsav oldatba visz. Mészre agresszív szénsav hiányában

tehát egyedül a nagyobb hidrogénionkoncentráció hatására még nem oldódnak ki a beton kalciumvegyületei. Kellő hidrogénionkoncentráció nélkül pedig egymagában a mészre agresszív szénsav nem képes oldó hatást gyakorolni, mivel nem képződik kalciumkarbonát. Tudniillik mészre agresszív szénsav lehet jelen a vízben akkor is, ha a víz pH értéke 7,0 fölött van. A két komponens tehát csakis együtt és csakis addig képes a beton kalciumvegyületeinek a kioldására, míg a szabad szénsav csökkenése, illetve a kötött szénsav növekedése közben valamelyik meg nem szűnik. Tehát a nyugalmi helyzet a vízben akkor fog beállni, ha vagy a mészre agresszív szénsav fogyott el vagy pedig a hidrogénionkoncentráció csökkent le 7,0-nak megfelelő pH értékre. Ez a két feltétel természetesen nem egyszerre szűnik meg és keményebb vizekben a mészre agresszív szénsav kötődik meg előbb, tehát a nyugalmi állapot a mész-szénsav egyensúly helyzetében fog beállni, míg a lágyabb vizek esetében a nyugalmi állapot a 7,0 pH érték elérésekor fog bekövetkezni annak ellenére, hogy mészre agresszív szénsav még maradt a vízben. Ebből a két feltételből kiindulva a betonra agresszív szénsav kiszámítására lágy és közepes keménységű vizekben a következő egyenletet vezettem le (15):

$$b = \frac{1,5s - k}{2}$$

ahol b a betonra agresszív szénsavat, s a szabad szénsavat és k a kötött szénsavat jelenti mg/l-ben kifejezve.

Ezekben kívántam ismertetni mindazokat a módszereket és számításokat, melyeket a víz agresszív tulajdonságainak megítélésénél elvégzendőnek tartok. Ezeknek fontosságát növeli, hogy éppen a mai tervszerű anyaggazdálkodás következtében a víz agresszív hatásának pontos megismerése nagy gyakorlati jelentőséggel bír, mivel ezáltal a víz korrodáló hatásával szemben még idejekorán és kellő mértékben tudunk védekezni. Sajnos a víz okozta korrózió következtében hazánk területén igen sok fűrott kút, fémvezeték és betontárgy, de főleg egyes városaink pusztuló vízvezeték- és csatornahálózatával igen nagy értékek mennek veszendőbe, melyeknek megvédése nemcsak elsőrendű közegészségügyi, hanem népgazdasági érdek is.

IRODALOM

1. *Tillmans und Heublein*: Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel 1912. 24, 429 oldal és ugyanitt 1917. 33, 289 oldal.
2. *Winkler*: Zeitschrift für analytische Chemie 1914. 53, 476 oldal, és Zeitschrift angew. Chem. 1916. 29, 335 oldal, és Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel 1917. 33, 443 oldal.
3. Handbuch der Lebensmittel Chemie II. rész VIII. kötet 51 oldal. Berlin Julius Springer 1940.
4. *Ohlmüller—Spitta*: Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. 33 oldal. Berlin Julius Springer 1931.

5. *Papp Sz.* : Magyar Kémiai Folyóirat 1942. 48, 9—12 füzet 150 oldal.
6. *Papp Sz.* : Zeitschrift für analytische Chemie, 1943. 125, 352. oldal.
7. *Papp Sz.* : Magyar Kémikusok Lapja 1949. 7, 420. oldal.
8. *Almássy Gyula* : Magyar Kémiai Folyóirat 1951. 57, 3, 86. oldal.
9. *Papp Sz.* : Magyar Kémikusok Lapja 1949. 8, 476. oldal.
10. *Papp Sz.* : Magyar Kémiai Folyóirat 1943. 49, 27. oldal.
11. *Tilmans* : Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. Halle Wilhelm Knapp 1932.
12. *Papp Sz.* : Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye 1942. 75, 1—2 1 oldal és Gesundheits Ingenieur 1942. 65, 39—40, 323. oldal.
13. *Papp Sz.* : Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye 1942. 75, 11—12, 81. oldal és Gesundheits Ingenieur 1943. 65, 327. oldal.
14. *Papp Sz.* : Hidrológiai Közöny 1949. 11—12, 325. oldal.
15. *Papp Sz.* : Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye 1944. 78, 10, 138. oldal és 1944. 78, 13.
16. *V. A. Priklonszkij és F. F. Lapyev* : Felszín alatti vizek kémiai vizsgálata 1952. Budapest, Közlekedési Kiadó.

HOZZÁSZÓLÁSOK

CSAJÁGHY GÁBOR

Előadó nagyszabású kísérletsorozatokat foglalt össze. Ezeknek az eredményeknek egyik — inkább gyakorlati — jelentősége az, hogy a víz agresszív tulajdonságaiban oly döntő szerepet játszó szabad szénsav gyors és eddignél pontosabb meghatározására ad lehetőséget. A másik jelentősége elméleti irányú. Tisztázta a különböző töménységű hidrogénkarbonát oldatok pH értékét, ezáltal lehetővé vált helyes korrekciósértékek kiszámítása.

Az előadó figyelmét azonban felhívja egy könnyen pótolható hiányosságra. A víz szabad széndioxidtartalmának helyes kiértékeléséhez az alapot a különböző töménységű semleges hidrogénkarbonát oldatok pH értékének meghatározása adta. Ezeket az értékeket a kálium-, nátrium- és kalciumhidrogénkarbonátokra vonatkozólag határozta meg csupán, már pedig természetes vizeinknek, különös dolomitos vidékeken, igen lényeges alkotórésze a magnéziumhidrogénkarbonát is.

A magnézium sok tekintetben igen eltérő módon viselkedik nemcsak az alkálifémektől, hanem a saját periódusos oszlopának tagjaitól is. Könnyen lehetséges tehát, hogy a semleges magnéziumhidrogénkarbonát oldatok pH értékei nem egyeznek meg az ugyanolyan változó keménységnek megfelelő semleges alkáli, illetőleg kalciumhidrogénkarbonát oldatok pH értékeivel. Ezért mindenképpen érdemesnek tartja ennek kivizsgálását, mert a kérdés mind gyakorlati, mind elméleti szempontból olyan jelentőségű, hogy érdemes lenne az előbbiekhöz hasonló módon tisztázni.

SARLÓ KÁROLY

Előadóhoz két kérdést kíván intézni :

1. Különleges oka van-e annak, hogy a szabad szénsavgáz titrálására nátriumkarbonát oldatot használ. Tudvalevő ugyanis, hogy azonos normalitású nátriumhidroxid oldattal kétszerannyi szénsavmennyiséget lehet mérni és a korrekciós faktort is a felére lehet csökkenteni.

2. Nem helyesebb-e éppen a kismennyiségű szabad szénsav meghatározásának minél pontosabbá tétele érdekében, hogy a rózsaszínű színeződés erősségének, amelynek a titrálás befejezése után eltelt ötödik perc végén is még mutatkoznia kell, valamilyen közelebbről megfogható, számmal kifejezhető értékét is megadja?

Előadó, aki a színeződés erősségét bizonyára nagyon jól ismeri, a módszer ezen kis hiányosságát könnyen kiküszöbölhetné, ha a titrált oldattal azonos térfogatú desztillált víz ugyanilyen színűre való megfestéséhez szükséges $n/100$ káliumhipermanganát oldat cm^3 -einek a számát megállapítaná.

MAUCHA REZSŐ lev. tag

Az agresszív széndioxid fogalmát elméleti alapon *Tillmans* és *Heublein* tisztázták. Nagyszámú vizsgálat alapján kimutatták, hogy a szabad széndioxidtartalomnak nem az egész mennyisége, hanem csak egy része agresszív természetű, a többi tartozékos vagy egyensúlyi széndioxid, mely ahhoz szükséges,

hogy a vízben oldott kalciumhidrogénkarbonátot oldatban tartsa. A szabad széndioxidnak tehát csak az egyensúlyi széndioxidtartalom feletti része, sőt annak is csak egy hányada képes a kalciumkarbonátot feloldani, mert másik hányada a hidrogénkarbonát alakjában feloldott kalciumkarbonát oldatban tartásához szükséges tartozékos széndioxid szerepét tölti be.

Már *Tillmans* és *Heublein* is hangsúlyozta, hogy a szabad széndioxid pontos meghatározását igen nagy kísérleti hibák terhelik. Ezért *Winkler Lajos* álláspontját tartja a legjárhatóbb útnak, aki empirikus alapon megállapított korrekciók bevezetésével oldotta meg a feladatot. Természetesen ez a megoldás sem tökéletes.

A széndioxid meghatározások legfőbb hibaforrása a hidrogénkarbonátok hidrolízisére vezethető vissza, ami viszont a víz pH értékével áll szoros kapcsolatban. Ezért elméleti szempontból teljesen indokoltnak tartja *Papp Szilárd* eljárásának alap gondolatát, midőn a korrekció levezetésénél a pH értékből indul ki.

BOLBERITZ KÁROLY

Az agresszív szénsavtartalom megállapítása kétségkívül döntő a víz agresszív tulajdonságának megállapítása szempontjából. Az azonban, hogy a szénsavon kívül egyéb tényezők, így az oxigén, a hőfok, a víz keménysége, esetleg szulfáttartalma, nitrát, klorid-tartalma miképen érvényesül mint agresszív tulajdonság, végeredményben az előadás szerint teljesen tisztázva csak a vasra van. Azonban a legszélesebb körben használt vason kívül más fémek is vannak, elsősorban vas és acél ötvözetek, amelyeknek használata mindjobban előtérbe lép. Tovább kellene menni és kiterjeszteni az agresszív tulajdonságok vizsgálatát ezekre a különböző anyagfélésekre is. A vizek vezetésénél, kutak építésénél a fémek közül a vas és acélcövek a legelterjedtebbek, de vannak más fémalkatrészek is, amelyek a vízzel érintkezésbe kerülnek. Ezek az alkatrészek vörösréz, bronz, cink, ón, alumíniumból készülnek. A krómzott és az ón alkatrészek a víz agresszív tulajdonságainak a legjobban ellenállnak, más fémek azonban kevésbé ellenállóak, és ezeknél rendkívül fontos tisztázni a víz agresszív tulajdonságainak hatását.

PAPP SZILÁRD válasza a hozzászólásokra

A magnéziumhidrogénkarbonát semleges pontját — melyet *Csajághy Gábor* vetett fel — nem határozta meg. Elvégezte a nátriumhidrogénkarbonát, a káliumhidrogénkarbonát és a kalciumhidrogénkarbonát semleges pontjainak meghatározását, mert ezeket az oldatokat egyszerűen lehetett készíteni, és biztosra vehette, hogy tényleg egy semleges hidrogénkarbonát oldattal áll szemben. A magnéziumhidrogénkarbonát esetében azonban nem tudjuk, hogy teljes biztonsággal megállapítható-e a semleges pont. Esetleg ez is megkísérelhető.

Mivel az alkáli hidrogénkarbonátok és a kalciumhidrogénkarbonátok között aránylag csekély az eltérés, nem nagyon várható jelentős eltérés a magnéziumhidrogénkarbonáttól sem. Mindenesetre a módszer pontosságának, kifinomításának szempontjából meg kell kísérelni a magnézium hidrogénkarbonát oldatok semleges pontjainak megmérését is, ami nem lesz olyan egyszerű, mert a magnéziumkarbonát sokkal jobban oldódik, mint a kalciumkarbonát.

Sarló Károly kérdésére, hogy miért használ nátriumkarbonátot nátriumhidroxid helyett, leszögezi, hogy végeredményben mindkettővel pontosan lehet

dolgozni, de a nátriumkarbonát oldat elkészítése egyszerűbb, a nátriumhidroxid oldat esetében pedig külön faktor beállítására van szükség. A nátriumkarbonát esetében kétszer annyi egyenértékű oldat fogy, mint nátriumhidroxid esetében, tehát nátriumkarbonát oldattal, mint mérő oldattal, pontosabbá lehet tenni a mérést.

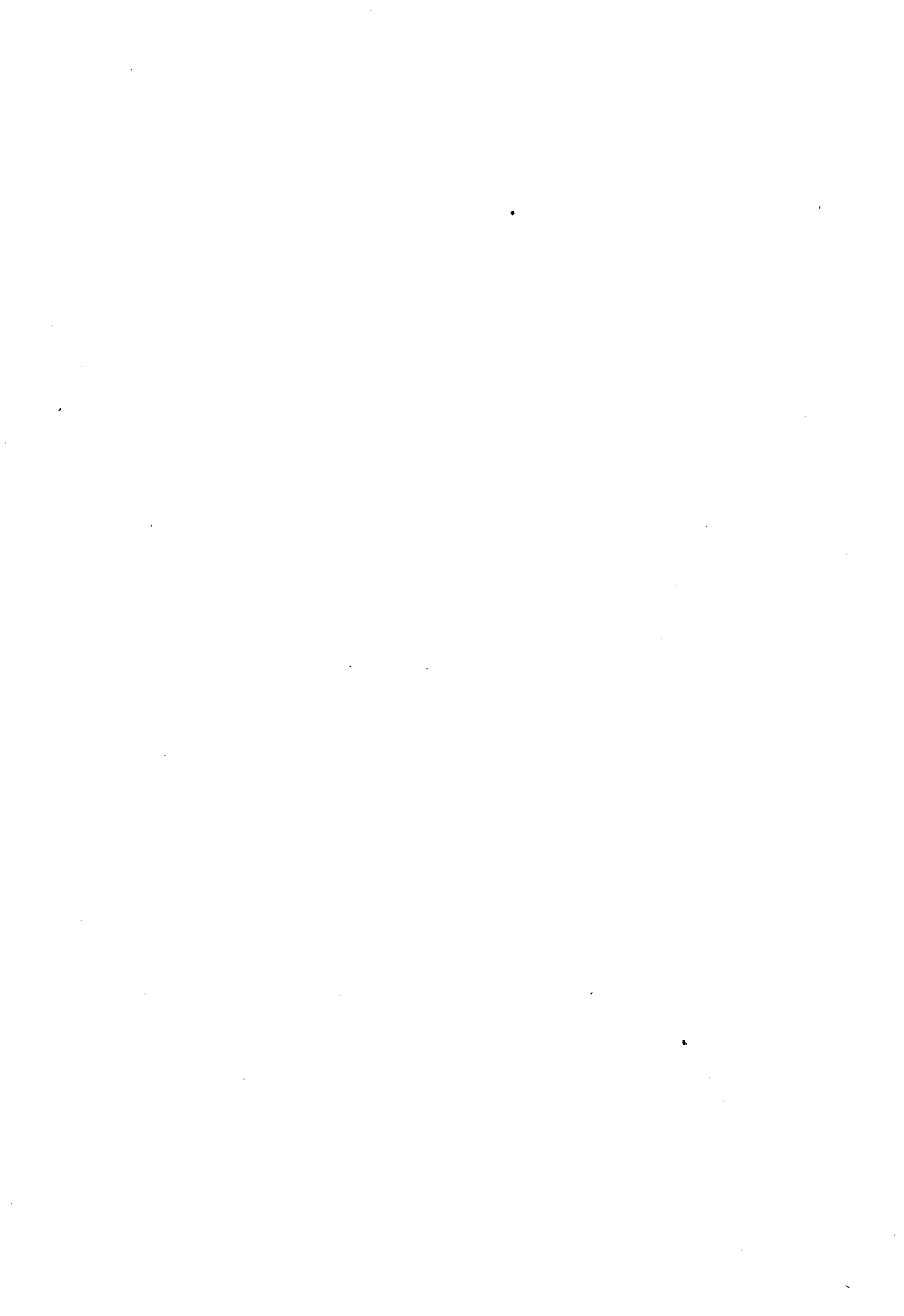
A másik kérdésre vonatkozóan megállapítja, hogy a rózsaszín színeződés megadását célzó indítvány igen helyes és számszerűen fogja megadni, hogy mi az a rózsaszín erősség, ameddig a titrálást folytatni kell.

Maucha Rezső hozzászólására megjegyzi, hogy a korrekciós értékek alkalmazásánál *Winkler* táblázatától azért kellett eltérnie, mert nagyobb számú vizsgálatai során még *Winkler* korrekciós táblázatának alkalmazása esetében is fennállottak bizonyos esetekben a szénsavhiányok. Mivel tisztán empirikus úton voltak az adatok összeállítva, s így semmi elméleti alapja korrekciós értékeinek nem volt, szükségesnek látta a korrekciós értékszámítások bevezetését.

Bolberitz Károly hozzászólására azt válaszolja, hogy a vason kívül egyéb fémekre is kiterjeszhető a vizsgálat, így pl. a cinkre, rézre, ólomra, mint a víz-építésnél eléggé használt anyagra. A cinkre a szabad szénsav talán még erősebb oldó hatást gyakorol, mint a vasra, és ennek következtében horganyzott vascsőnél a cink leválása, feloldódása után galvánelem képződik, amely azután a vas oldódását elősegíti. A cink pozitívabb a vasnál, ezért anódképpen fog működni. A cink azonban igen könnyen kiválik a vízből, talán még könnyebben, mint a vas, úgyhogy a cink felülete bázisos cinkkarbonáttá fog átalakulni. E bázisos cinkkarbonát és a vas között most megfordul a potenciál és a vas válik anóddá. Ezért a horganyzott vascsőveknél addig van védőhatás, amíg a cinkbevonat tökéletes, azonban ahol a cinkbevonat részben már feloldódott vagy megsérült, ott a vas még gyorsabban megy oldatba, és rendszerint csőkilyukadás következik be.

Ami a többi fémeket illeti, a rézről tudjuk, hogy a szabad szénsavra legellenállóbb fémek közé tartozik, egészen a 6,5 pH értékű szénsavas vizeket is aránylag jól elbirja. Nem mondható ez már az ólomról, amelyet szintén megtámadnak a szabad szénsavtartalmú vizek. Itt azonban fordított az eset, mint a vasnál. A vasnál az oldott oxigén jelenléte kívánatos, az ólomnál pedig éppen fordítva. Ha erősen oxigéntartalmú a víz, akkor a szénsavas víz az ólomot még jobban fogja oldani, aminek már egészségügyi jelentősége is van.

Szükség van tehát a szabad szénsavnak e fémekre gyakorolt agresszív hatását is vizsgálni.



A HELYSZÍNI KÉMIAI VÍZVIZSGÁLÓ MÓDSZEREK ALAPELVEI

MAUCHA REZSÓ

lev. tag

Az elméleti és alkalmazott limnológia fejlődésével kapcsolatosan egyre gyakrabban merülnek fel problémák, melyek a víz kémiai összetételének pontos ismeretét teszik szükségessé. Különösen ma, amikor az 5 éves terv keretében nagyszabású ipari és mezőgazdasági termelési feladatok megoldásáról van szó, a víz minőségével szemben különleges követelményeket támasztunk, amelyek kielégítése a víz kémiai vizsgálata nélkül egyáltalán nem volna megoldható. Gondoljunk csak az ipartelepek és erőművek nagy és minőségi tekintetben speciális vízigényeire, a lakótelepek és közületek egészséges ivóvízzel való ellátására, a recipiensül szolgáló természetes vizek tisztántartása érdekében végzendő vizsgálatokra, a gyógyvizek minősítésére, a természetes vizek és halastavak termelőképességének meghatározására irányuló kutatásokra, az öntözések vízszükségletére, stb., beláthatjuk a víz kémiai vizsgálatának igen nagy jelentőségét.

Valamennyi anyag között éppen a víz az, amely kémiai összetétele szempontjából különleges helyzetet foglal el. Míg ugyanis a többi ipari nyersanyag, vagy termelvény kémiai összetétele kevés kivételtől eltekintve (pl. az élelmi-szerek) állandónak tekinthető, addig ez a vízre nem áll, mert tudjuk, hogy annak összetétele állás közben lényegesen megváltozik. Ennek okát a természetes vizek kialakulásmódjában találjuk meg. A természetben ugyanis egészen tiszta, és steril víz nem fordul elő. Ha valahol a földön vízfelhalmozódás keletkezik, annak kémiai összetétele a környezetnek megfelelően megváltozik. Valamennyi oldószer közül ugyanis a víz oldóképessége legnagyobb és legáltalánosabb jellegű. Igen kevés kivételtől eltekintve nincs olyan anyag, amely kisebb-nagyobb mértékben ne oldódnék vízben, ezért mindazon testekből, melyekkel érintkezésbe kerül, a víz idegen anyagokat vesz fel, oldattá változik. A környezet külvilággal a víz két felületen érintkezik, ezek a víz tükre és a nedvesített meder. Előbbin a légkör gázait, utóbbin a medert felépítő kőzetekből elektrolit-tartalmát vesz fel. E két külső felületen kívül azonban még egy harmadik, belső felületen is érintkezik a víz idegen testekkel, nevezetesen a vízben lebegő és a vízből a meder felszínére rakódott testek együttes felületén. Mindhárom felületen folytonos anyagkieserélődés megy végbe, melynek intenzitása e harmadik felületen a

legnagyobb, mert itt már az enzimek hatására meggyorsult biokémiai folyamatok is közrejátszanak. Míg ugyanis a tiszta vízben élő lények táplálóanyagok hiányában nem telepedhetnek meg, addig az oldattá vált természetes vízben az élet mindenütt jelenlévő csírái elszaporodnak és kialakul az abiotikus környezeti tényezőkkel állandó kölcsönhatásban álló *életközösség*, a *biocönózis*. Ezáltal a víz *életérré* (*biotop*) alakul át, amely a benne kifejlődő biocönózissal együtt magasabbrendű biológiai szervezettséget képvisel, amelyben folytonosan változó dinamikus egyensúlyi állapot uralkodik.

A természetes vizek keletkezésének már e vázlatos ismertetéséből is könnyen megítélhetjük a víz kémiai összetételében végbemenő változások okait. Ha ugyanis az elmondottak szerint a kémiai vizsgálat céljaira vízmintát merítünk és azt nem azonnal a merítés után a helyszínen vizsgáljuk, nyilvánvaló, hogy a mintavető palackban hosszabb-rövidebb ideig eltartott vízminta kémiai összetétele, feltétlenül megváltozik. Időközben ugyanis a vízminták fizikai, kémiai és élettani folyamatai a megváltozott milióban továbbra is végbemennek, minek következtében laboratóriumban végrehajtott vizsgálat alkalmával a mintavétel időpontjában uralkodó állapotnak megfelelő kémiai összetételtől lényegesen eltérő eredményre jutunk. Hogy tehát a valóságos helyzetet hűen visszatükröző eredményeket kapjunk, a kémiai analízist a mintavétel után késedelem nélkül még a helyszínen végre kell hajtánunk. Az e célra használatos analitikai módszereket általában helyszíni módszereknek szokás nevezni. Ilyen helyszíni, illetőleg helyszíni vizsgálatokra alkalmas módszereket *Winkler Lajos*, *Klut, E. Censny, H. Müller, L. van Dam, A. Lindroth, W. Ohle* és még mások is dolgoztak ki, meg kell azonban állapítanunk, hogy e módszerek többé-kevésbé a klasszikus kémiai analízis eljárásain alapulnak, vagyis eredetileg laboratóriumi használatra szánt eljárások, amelyek kidolgozásánál a szerzők a klasszikus analízis laboratóriumi eszközeinek használatát tételezték fel. Mint-hogy azonban a helyszíni vizsgálatok alkalmával a klasszikus analízis céljait szolgáló eszközök rendszerint csak igen korlátolt mértékben alkalmazhatók, vagy egyáltalán nem állnak rendelkezésre, a klasszikus analízis módszereivel a helyszínen rendszerint csak a pontosság rovására tett engedelmények árán végezhetnők el e vizsgálatokat.

Ezek a megfontolások vezettek, midőn félmikro helyszíni módszereknek nevezett vízvizsgáló eljárásaimat kidolgoztam. Módszereim kidolgozását *G. Vereszcsagin* szovjet limnológus-kutatónak a *Bajkál-tó* limnológiai vizsgálatánál szerzett bőséges tapasztalatainak felhasználásával végeztem. *Vereszcsagin* szerint a jó helyszíni módszereknek alábbi feltételeket kell kielégíteniük :

1. a módszernek a rendes laboratóriumi módszerekkel azonos pontosságúnak kell lennie, mert csak így érhető el, hogy az egyes alkotórészekben mutatózó igen csekély koncentráció-különbségek még biztosan megállapíthatók legyenek,

2. minthogy a természetes vizekben fellépő kémiai rétegződés kimutatásához nagymennyiségű vízminta vizsgálata szükséges, csak gyorsan kivihető módszerek jöhetnek tekintetbe,

3. a helyszínen laboratórium nem áll rendelkezésre, ezért csak olyan egyszerű módszerekről lehet szó, amelyekhez a szokásos laboratóriumi eszközök, mint pl. mérleg, büretta, mérőlombikok, különféle üvegedények, készülékek, vízfürdők, koloriméterek, Bunsen-égők, fémállványok, vezetett víz, stb. nem szükségesek és így szabad ég alatt a meghatározások akár egy csónakban is végezhetők,

4. a vizsgálatokhoz szükséges eszközök, vegyszerek és egyéb felszerelési tárgyak a szállítás megkönnyítése érdekében ne foglaljanak el nagy helyet. Ezért az egyes meghatározásokhoz lehetőleg kevés vegyszer legyen szükséges. Ez egyébként takarékosági szempontból is kívánatos,

5. az egyes meghatározások lehetőleg kis vízmennyiségekkel legyenek elvégezhetők, mert nagyobb vízminták beszerzése sok esetben igen körülményes feladat,

6. tekintettel arra, hogy a limnológusok nagyrésze biológiai előképzettségű, a módszereknek olyan könnyen kivihetőeknek kell lenniök, hogy azokat megfelelő gyakorlat megszerzése után, a kémiában egyébként jártas, de nem hivatásos vegyész is elvégezhesse.

Ha ezeket a feltételeket figyelembe vesszük, szembeötlik, hogy felette nagy nehézségeket kell leküzdeni, ha a helyszínen jól alkalmazható módszereket óhajtunk kidolgozni. Nyilvánvaló, hogy a klasszikus kémiai analízis eljárásai legfeljebb a pontosság rovására volnának csak a helyszínen alkalmazhatók, mert azok jól felszerelt laboratórium feltételezésével készültek. Történtek ugyan kísérletek (*Klut, W. Ohle*) arra, hogy a használatos vízvizsgáló módszereket alkalmazzák helyszíni vizsgálatokra, sőt maga *Vereszcsagin* is a klasszikus analízis módszereit használta, de külön kiemeli, hogy e célra egyszerűségüknél fogva elsősorban *Winkler Lajos* módszerei a legalkalmasabbak. Az újabb szerzők, mint *E. Censny, H. Müller, L. van Dam* és *A. Lindroth* mindinkább eltérnek a klasszikus analízis módszereitől és különleges technikát alkalmaznak módszereik kivitelénél.

Mindezek figyelembe vételével módszereim kidolgozásánál arra törekedtem, hogy a víz lehető teljes analízisét a helyszínen rövid idő alatt legalább olyan pontossággal végezhessük el, mint az laboratóriumi feltételek mellett történhetné. Ezért tehát le kellett mondanom a szokásos laboratóriumi eszközök használatáról és így a klasszikus kémiai eljárásoktól lényegesen elterő metodikát kellett bevezetnem.

Evégből a víz valamennyi kémiai alkotórészének meghatározása ugyanazon edényben, nevezetesen egy becsiszolt üvegdugóval elzárható kémlőcsőben történik, melynek falán a 10 és 5 cm³ térfogatnak megfelelő helyen 1—1 beedzett körös jel látható. Minden egyes alkotórész meghatározásához egy, illetőleg

ha a meghatározás színösszehasonlítással történik, legfeljebb két ilyen kémlőcső elegendő.

Egy alkotórész meghatározásához általában 10, legfeljebb 20 cm³ víz szükséges, ezért nevezhető e metodika félmikro eljárásnak. Ez teszi lehetővé, hogy egy csaknem teljes vízanalízishez kb. 300 — 400 cm³ víz elegendő.

Mint hogy a laboratóriumban használatos lopók (felszívó pipetták) törékenységnél és nagyobb terjedelmüknel fogva a helyszíni munkára kevésbé alkalmasak, a vízminta lemérése magában a vizsgálat céljaira használt és fent említett kémlőcsőben történik olyan módon, hogy a vizsgálandó vízzel előzetesen legalább háromszor kiöblített kémlőcsövet a 10 cm³ ürtartalmat jelző körkörös jelnél valamivel túltöltjük vizsgálandó vízzel és a meniszkuszt egy kb. 12 cm hosszúságú bemerülő pipettával pontosan a jelre állítjuk be. Ez az eljárás feleslegessé teszi a kémlőcsövek kimosását és szárítását, mert a visszamaradó öblítővíz a térfogat pontos lemerését nem befolyásolja.

Mint hogy a helyszínen az analitikai mérleg használata nem jöhet tekintetbe, csakis titrimetriás és színösszehasonlításon alapuló térfogatos módszerek jöhetnek tekintetbe. Erre a célra pontosan beállított titerű mérőoldatokat használunk.

A mérőoldatokat a titrálás alkalmával nem bürettából folytatjuk a vízpróba-hoz, mert a törékeny büretták terjedelmüknel fogva is alkalmatlanok a helyszíni munkára. Ezenkívül a mérőcsövek (büretták) használatához megfelelő állványok is szükségesek, melyek szállítása és a helyszínen való elhelyezése (pl. csónakban) nehézkes. Mérőcső helyett ezért kb. 2,5 cm³ kalibrált, úgynevezett mérőpipettát használunk, melynek hossza 12 cm és alsó vége finomra kihúzott, úgyhogy a belőle kifolyó vizes mérőoldatok cseppnagysága 0,03 cm³-nél nem nagyobb. Cseppnagyság csökkentése céljából egyébként ott, ahol lehetséges, alkoholtartalmú mérőoldatokat használunk, amelyek csepptérfogata kb. 0,01 cm³-t tesz ki. Ezek a fogások az egyes módszerek érzékenységének fokozását is szolgálják.

A mérőpipettából a cseppentés mármint úgy történik, hogy azt, a mérőoldatba merítjük és az abba szívás nélkül benyomuló mérőoldatot a pipetta felső nyílásának mutatóujjunkkal való befogása útján kiemeljük. Ezután a pipettát függőlegesen tartva a mérőoldatot a vizsgálandó oldathoz cseppentjük, miközben a végreakció bekövetkezéséig elhasznált cseppeket számláljuk. Az ekként beadagolt mérőoldatnak a vízpróba-való elegyítését a becsiszolt üveg dugó behelyezése után a kémlőcső időnkénti többszöri megbillentése útján végezzük.

Az elhasznált mérőoldat térfogatát a cseppek számának a csepptérfogattal való szorzata adja. A mérőoldat csepptérfogatát úgy határozzuk meg, hogy a függőlegesen tartott mérőpipettából másodpercenként egy-egy cseppet ejtve megszámláljuk a két körkörös jel között helyet foglaló mérőfolyadék cseppszámát és ezzel a számmal elosztjuk a pipetta pontos térfogatát. A lassú cseppentés azért fontos, mert a pipetta falára tapadó mérőfolyadék lefolyására időt kell engedni. A csepp-

számlálás előtt a pipetta külső felületére tapadt mérőoldatot puha laboratóriumi kendővel letöröljük, nehogy a külső felületről származó cseppeket is hozzászámítsuk a megszámlálni kívánt cseppekhez.

A cseppnagyságnak minden egyes titrálásnál külön-külön való meghatározása nem szükséges, mert vizsgálataink szerint a cseppnagyság — ami ugyanazon pipetta használata esetén csak a hőmérséklettől függ $\pm 5\text{ C}^\circ$ hőmérsékleti határok között csak $0,0005\text{ cm}^3$ -t változik, minek folytán az ebből eredő hiba a kísérleti hibák határain belül marad.

Az eredmények kiszámítása általában $q = 100 nvfa$ egyenlettel történik, ha 10 cm^3 vizsgálandó vízzel dolgozunk. Ebben az esetben q a vizsgált alkotórész milligrammokban kifejezett mennyisége 1 liter vízre vonatkoztatva, ha n a titráláshoz elhasznált mérőoldat cseppjeinek száma, v a mérőoldat cseppnagysága, f a mérőoldat faktora és a a meghatározandó alkotórész milligramm-egyenértékűsége.

Az ismertetett metodikával eddig a pH érték, az oldott oxigéntartalom, a lúgosság (karbonat-keménység), a hidrokarbonat mennyiség, a Ca, a Mg, a Fe, a Mn, -ionok, a szabad széndioxid, a karbonat-, a PO_4 , a Cl-ionok, a SiO_2 , a redukálóképesség, az ammonia, a proteid-ammonia, a NO_2 -ion és a S-ion meghatározására alkalmas eljárásokat dolgoztam ki. Tehát az ismertetett módszerekkel egy csaknem teljes vízanalízis elvégezhető a helyszínen.

Kívánatos volna további módszerek kidolgozása is, részemről ez folyamatban van. A közelmúltban két újabb eljárást is közöltem, az egyik az erősen szennyezett vizek oxigéntartalmának meghatározására, a másik a biokémiai oxigénigény megmérésére alkalmas eljárás. Hálával tartozom *Csajághy Gábornak* aki ugyanezzel a metodikával az összes keménység meghatározására egy újabb eljárást dolgozott ki, amely lényegesen egyszerűbben hajtható végre, mint az általam leírt és a *Blacher—Winkler-féle* módszer elvén alapuló eljárás, és igen pontos eredményeket szolgáltat.

HOZZÁSZÓLÁSOK

PAPP SZILÁRD

Előadónak helyszíni kémiai vízvizsgáló módszerei a vizek agresszív tulajdonságainak meghatározása során tehetnek igen jó szolgálatot. De igen hasznosak a tájékoztató helyszíni vizsgálatoknál, amikor ásott aknás kút helyének kitűzése során a környezetben feltárt talajvizek szennyezettségéről, a talajvizek áramlásának irányáról kívánunk tájékozódást szerezni. Ezen helyszíni vizsgálatok során az egyszerűsége törekszenek, hogy a szállítandó eszközök számát minél jobban lecsökkentsék.

Előadónak a helyszíni vízvizsgálatok során bevezetett merülő pipettáját, mely cseppszámra pontosan kalibrálható és teljesen pontos mérések elvégzésére használható, még tovább egyszerűsítette, és a mérőoldatok adagolására egyszerű cseppentő üvegeket használt, melyeknek csepptérfogata hasonló módon pontosan állapítható meg.

A vizsgált ionok mennyiségének kiszámítását is igyekezett minél egyszerűbbé tenni. Ezt azáltal érte el, hogy vizsgálataihoz nem faktorról rendelkező normál-oldatokat használ, hanem mérőadatait úgy állítja be, hogy azoknak egy cseppje a keresett vízkatrész mg-ban kifejezett mennyiségének egész számú többszöröse legyen a vizsgált vízminta mennyiségéből 1 liter vízre vonatkoztatva.

SARLÓ KÁROLY

Az előadó által kidolgozott és 21 alkotórész pontos meghatározására szolgáló módszerek jelentősége abban van, hogy jól bevált gyors alkalmazhatóságukkal iparunkat, mezőgazdaságunkat és főleg haltenyésztésünket a károsodástól most már idejében megvédelmezhetjük. Helytálló szakvéleményt csak helytálló adatokból lehet levonni. Ennek előfeltétele pedig az, hogy — a felszíni vizekben lejátszódó életjelenségek, a hőmérséklet és a fény hatására végbemenő oxidációs és redukációs folyamatok miatt — minél gyorsabb és egyúttal pontos analízist végezzünk.

Ezzel a helyszíni módszerrel végzett kalcium, összes keménység, lúgosság, oxigénfogyasztás, kloridion és kovásv meg határozások nagyon jól egyeztek a Földtani Intézetben párhuzamosan végzett klasszikus vizsgálatok adataival. A pH érték elektrometriás ellenőrzése ugyancsak kifogástalan eredményt adott.

PÁTER JÁNOS

A gyakorlati haszon szempontjából vasútegészségügyi vonatkozásban kívánja megvilágítani *Maucha* eljárásának gyakorlati értékét. Az ivóvizek egészségügyi elbírálásakor igen fontos a szennyező faktorok helyes megfogása. Ilyen mindenekelőtt az oxigénfogyasztás, a klorid, nitrát, nitrit és ammónia korreláció. Különösen a nitrát, nitrit, ammónia triász az, amely a vízmintavétel-től a laboratóriumban történő vizsgálatig, részint a víz mikroflórája, részint ezen vegyületek fotoszenzibilis sajátága következtében komoly eltolódásoknak lehet kitéve. Egészségügyi elbíráláskor főleg ennek a triásznak fontos a szerepe és a legvalószínűbb a nagymérvű eltolódása.

Szeretné a figyelmet felhívni arra, mivel a *Maucha*-féle félmikro eljárások kolorimetriásak és ha elterjedésük, valamint gyakorlati alkalmazásuk jelentős lesz, kívánatos, hogy az ilyen vizsgálatokat rendszeresen végző kémikust legalább egyszer az *Ishihara*-féle eljárással színvizsgálatnak vetnék alá. A szintévesztés ugyanis az emberek 4—10%-ánál előfordul, erről azoknak rendszerint sejtelmük sincs, ezért annak tisztázása az eredmények értékelése szempontjából nem közömbös.

ENTZ BÉLA

Azzal a kéréssel fordul az előadóhoz, keressen módot egy olyan módszer kidolgozására, amely a sorozatos analíziseknél lehetővé teszi az anyagok megfelelő konzerválását, hogy a félmikro eljárások felhasználásával laboratóriumban legyen elvégezhető huszas, ötvenes vagy százas szériák analízise. Ha pedig egy ilyen módszer kidolgozása szóba kerül, mi a változás sorrendje, tehát melyek azok a kémiai tulajdonságok, amelyek legelsősorban változnak.

A Balaton pH értékének meghatározásával kapcsolatban felemlíti, hogy az 8,40 és 8,45 között szokott változni. Ez rendkívül kritikus pont. Ezért kéri, ha a jelenlevők e kritikus érték meghatározásánál a jelenleginél valami jobb módszerre bukkannak, akkor ennek a módszernek a kidolgozására vagy közkinccsé tételére tegyenek javaslatot.

CSAJÁGHY GÁBOR

Véleménye, hogy ezek a *Maucha*-féle helyszíni módszerek korszakot jelentenek a helyszíni vizsgálatok történetében. Hogy mindez sem hazai, sem külföldi viszonylatban nem vert fel nagyobb port, kizárólag annak tulajdonítható, hogy a megjelent nyomtatás a háborús viszonyok következtében elkallódott és tudomása szerint magának a szerzőnek sincs példánya a saját munkájáról. Javasolja, tegye lehetővé az előadó azt, hogy ez a munka minél előbb nyomtatásban napvilágot lásson. Ezzel munkatársaink munkáját nagyban megkönnyíti.

A *Maucha*-módszernek a laboratóriumi vizsgálatok esetében is nagy előnye van, amikor valamilyen oknál fogva nem lehet elegendő mennyiségű vizsgálati anyagra szert tenni, tehát nem lehet használni a szokásos klasszikus analíziseket, a mikro-analízis pedig túlzottan sokáig tartana.

MAUCHA REZSŐ lev. tag válasza a hozzászólásokra

Előadásában hangsúlyozta, hogy ezek a módszerek elsősorban limnológiai szempontból, felszíni vizekre vonatkoznak. Ezek sohasem sterilek. Ellenben a mélységből, fúrott kutakból kikerült vizek még sterilek. Ez igen lényeges körülmény, mert a víz kémiai összetételének változását az élőlények fiziológiai tevékenysége gyorsított mértékben befolyásolja. Tegyük fel, hogy a víz fitoplanktonot tartalmaz és ha a fény hatásának tesszük ki, akkor rövid idő alatt megváltozik a víz oxigéntartalma és részben elfogy széndioxidtartalma. Az egyensúlyi széndioxid csökkenése folytán a kalcium nagy része kiválik, megváltozik a víz lúgossága, összes keménysége, valamint pH értéke is. Ha viszont sötétben tartjuk a próbát, akkor a víz oldott oxigéntartalmát fogyasztják el a mikroszervezetek.

A mélyfúrású kutaknál ezek a biológiai tényezők nem játszanak közre. Ilyen esetekben indokolt, hogy a *Sarló*-féle mintavevő üveget használják.

Ez ugyanis igen alkalmas arra, hogy főleg széndioxid és vízben oldott egyéb gázok mint kénhidrogén, vagy pedig a ferrovas elbomlását, illetve oxidációját megakadályozzuk.

Papp Szilárd által említett csepegtető üveget először maga is használta. Itt azonban nehézséget jelentett a kis cseppek előállítására. *Müller* olyan ebonitból készült különös készüléket használt, amely finom kihúzott csőből cseppenti a vizet. Ha azonban alkoholos oldatokat használunk, azt befolyásolja az ebonittal való érintkezés, ezért ilyen folyamatoknál nem lehet használni. Előadó a pipetánál maradt azért, mert ezáltal sikerült a cseppnagyságot igen kicsinyre lecsökkenteni.

Módszerét tiszta *Seignette* só alkalmazásával pH meghatározásához 30 német keménységi fokig lehet használni.

STATISZTIKAI, MATEMATIKAI MÓDSZEREK A VIZEK HIGIÉNIAI ELBÍRÁLÁSÁNÁL*

BOLBERITZ KÁROLY

Számos ága van a kutatásnak, ahol a jelenségek változását nem csupán egy vagy két tényező szabja meg, hanem ahol számos egymás mellé rendelt tényező hozza létre az általunk észlelt eredményeket. Ugyanígy, a tudományos gyakorlat széles területén állunk szemben olyan problémákkal, melyeknél a kísérleti alanyok egymással nem azonosíthatók, hanem mondhatnánk külön-külön egyéniséget képeznek. Ismereteink bővülése ma már szükségessé teszi, hogy vizsgálatainkat ezekre a területekre is kiterjesszük, hogy következtetéseket vonjunk le oly kísérleti anyagból, melyet kísérletileg nem befolyásoltunk és hogy a főhatótényezőkön kívül kiterjesszük figyelmünket más alárendelt tényezőkre is, tehát hogy vizsgálódási körünkbe vonjuk azoknak az összefüggéseknek megismerését is, melyek ma még nem szoríthatók szigorúan vett matematikai formákba. Az ily irányú vizsgálatok célját szolgáló statisztikai és matematikai módszerek több tudományágban elterjedtek és jelentőségük nemcsak abban áll, hogy újabb összefüggések megismerését teszik lehetővé, hanem abban is, hogy eredményeik a jelenségeket *eredeti mivoltukban és saját környezetükben* engedik meg értelmezni.

A hidrológiának azok az ágai, melyek a vizekkel ezek eredeti környezetében foglalkoznak, statisztikai módszerek alkalmazása nélkül ma még korlátolt területre szorúlnak; megfigyeléseik, vizsgálataik, kísérleteik szigorúan csak a kutatás tárgyát képező vízre, talajra vagy szerkezetre szorítkoznak, más hasonló helyzetre való alkalmazás kockázatot rejt magában. A tudományág körébe tartozó felszíni vizek, talajvizek, mélyvizek, az ivóvizek, fürdővizek, szennyvizek nemcsak, hogy kisebb-nagyobb mértékben egyéni jellegűek, de mindenütt időbeli mennyiségi és minőségi ingadozásoknak vannak alávetve és a külső beavatkozások is a sokféle változó körülménynek megfelelően pontosan ki nem számítható eredménnyel járnak. A tudományos kutatás ilyen jellegű tárgyainál százszázalékos törvények és következtetések nem állíthatók fel, ezen a területen csak átlagszámokkal, korrelációkkal és valószínűségi bekövetkezésekkel lehet dolgozni és csak ezektől lehet ezidőszerint eredményt várni.

* Készült az Országos Közegészségügyi Intézet Vízügyi Osztályán.

A statisztikai és matematikai módszerekre a hidrológia eme ágában nagy feladatok várnak és különösen vonatkozik ez a hidrohigiéniára. Az egészség-tudomány körébe tartozó vízproblémák területén a tudomány még szinte gyermekcipőkben jár. Vannak ugyan elméleti elképzeléseink a vizeknek, a talajnak elszennyeződéséről, a fertőzőképességről, az öntisztulásról, melyeket a gyakorlat gyakran megerősít, de néha ugyanúgy meg is cáfol; vannak gyakorlati tapasztalataink, melyek azonban csak a konkrét helyzetre állnak fenn; de a legkitűnőbb szakemberek felfogása is nem egyszer homlokegyenest ellentekszik egymással, és mondhatnánk nincs az a kérdés, ahol teljes határozottsággal állapíthatnánk meg valamit. E tudományágnak ez az elmaradottsága onnan ered, hogy a már említett adottságok alapján a kérdéseket nem lehet sem az írószó mellett, sem a laboratóriumban dolgozva deduktív úton kiagyalni és szövevényes voltuknál fogva nem lehet ezekre nézve szigorú törvényeket megállapítani, hanem a helyszínen kell a tényleges adottságokat megvizsgálni és ezekből statisztikai, matematikai módszerekkel valószínűségeket és korrelációkat meghatározni.

Az ivóvizek, fürdővizek, szennyvizek összetételének változásaira, a szennyeződés keletkezésére, előhaladására, a talajok tisztító, szűrő hatására, a természetes öntisztulásra vonatkozóan, a tényleges szennyezettség és az erre utaló kémiai vagy bakteriológiai leletek összefüggésére vonatkozóan tehát, a valóságot visszatükröző megbízható eredményeket csakis megbízható adatokra támaszkodó statisztikai feldolgozások nyújthatnak. Különösen áll ez az említett vízféleségek higiéniai elbírálására. Mint tudjuk, ezek az elbírálások mindenütt bizonyos határértékek alapján történnek. Ezek a nagyjából elméletileg megállapított, a gyakorlat által részben igazolt határértékek azonban országonként nagy eltéréseket mutatnak, ami máris rávilágít labilis voltukra. Még inkább érezni fogjuk ezt oly esetben, midőn magunknak kell új tereumon elbírálási határértékeket megállapítani.

A következőkben néhány példával kívánom bemutatni az Országos Közegészségügyi Intézetben ily irányban végzett munkámat. E munkák nem tartanak igényt sem teljességre, sem teljes megbízhatóságra, annál is inkább, mert a feldolgozott anyag nem erre a célra készült. Céлом csupán annak megvilágítása, hogy ezen az úton több olyan probléma tisztázását várhatjuk, melyek tekintetében eddig feltevésekre voltunk utalva, vagy teljes sötétségben tapogatódtunk.

Már 15 évvel ezelőtt kísérletet tettem arra, hogy az OKI. ásott-kút karto-tékjai alapján választ kapjak arra, mennyiben igazolja a tapasztalat azokat az összefüggéseket, melyeket a kútvizek bakteriológiai szennyezettsége és a szennyezettségre mutató kémiai alkatrészek (klorid, ammonia, nitrit, nitrát, oxigén-fogyasztás) jelentkezése között feltételezünk.* Ez alkalommal az 1932—34.

* K. Bolberitz: Bewertung der Resultate der chemischen Untersuchung bei der hygienischen Beurteilung der Brunnenwässer. Hidrológiai Közöny XVI. évf. 1937.

években vizsgált 6,833 aknás kút vízvizsgálati adatait dolgoztam fel. Az eredmények általában megerősítették a vizek szennyeződésére utaló kémiai alkatrészekre vonatkozó feltevéseket. Megállapítható volt, hogy a vizek coli baktériummal való szennyezettsége a kémiailag kifogásolható alkatrészek számával egyenes arányban változik. A kifogásolt alkatrészek mennyisége és a víz szennyezettségének mértéke között szorosabb összefüggés kimutatható nem volt. Megállapítható volt, hogy a leggyakrabban előforduló nitrát a víz szennyezettsége szempontjából nem tekinthető kevésbé veszélyesnek, mint a többi, frissebb szennyeződésre utaló alkatrészek. A feldolgozott adatok arra mutattak, hogy a vizsgált vizek tekintélyes része magában a kutakban, a beküldött minták egy része pedig mintavételkor vagy szállítás közben fertőződik. Ennek alapján javasoltam a mintavételi hibák kiküszöbölését, másrészt pedig a kútszerkezetek javítását jelöltem meg mint a legolcsóbb utat, mely az aknás kutakkal történő vízellátás javulására vezethet.

E javaslataim az évek folyamán megvalósultak, így időszerűvé vált, hogy újabb statisztikai feldolgozással tárjuk fel azt, milyen a jelenlegi helyzet és hogy esetleg milyen további megállapítások tehetők. E munka során az 1950. és 51. években elvégzett 8176 aknás kút vízvizsgálati adatait dolgoztuk fel. A vizsgálati eljárások a két időszakban nagyjából azonosak voltak. Az *I. táblázat* az új statisztika adatait hasonlítja össze azokkal, melyek az 1937. évben megjelent közleményben szerepelnek. A táblázatban a vizeket a szennyezettségre utaló kémiai alkatrészek szerint csoportosítottam, megállapítva minden csoportban a coli-pozitívnak talált vizek hányadát. Az elmúlt két év adatait összehasonlítva a régebbi adatokkal, láthatjuk, hogy a coli-pozitív vizek hányada minden csoportban csökkent, ami arra enged következtetni, hogy az OKI munkája az aknás kutak vizének javítása terén eredményes volt. Ez szolgálhat magyarázatul arra is, hogy a jó vizeknél a javulás csekély, viszont a legrosszabb vizeknél találjuk a legnagyobb javulást. Ez érthető, mert hiszen az átépítést, komolyabb javítást a helytelenül épített, rossz vízű kutaknál javasoljuk, jól kivitelezett kutaknál további javítás nem végezhető. Szerepet játszhatna még az eredmények javulásában az, hogy a vizsgált időszakban vezette be az Intézet azt a gyakorlatot, hogy bakteriológiai vizsgálatra vízmintát csak az Intézet által küldött steril üvegekben fogad el. Ez azonban aligha befolyásolja komolyabban az eredményeket, mert ez esetben éppen a jó vizeknél kellene nagyobb csökkenésnek jelentkeznie, a rossz vizeknél pedig, ahol a minták nagy része amúgy is szennyezett, csak kisebb javulás mutatkoznék.

A táblázatból még egy érdekes következtetés vonható le. Míg a régi adatoknál határozottan megállapítható egy összefüggés a szennyezettségre mutató alkatrészek száma és a coli-pozitív vizek hányada között, ugyanez az összefüggés az újabb vizsgálati eredményeknél erősen tompítva jelentkezik. Míg a legmagasabb és legalacsonyabb érték között az eltérés régen 30% volt, ez ma már csak 11%. Ez nem jelenthet mást, mint hogy a vizek bakteriológiai szennyezett-

ségének kimutatására szolgáló eljárás ma már nem tudja azt az érzékenységet nyújtani nekünk, amire a vizek fejlettebb megítélése szempontjából szükségünk volna. Foglalkoznunk kell tehát azzal, hogy mily módon lehetne eme vizsgálatok érzékenységét növelni (pl. coli-tipizálás), avagy milyen másfajta vizsgálatkiegészítéssel (baktériumszám) lehetne a bakteriológiai lelet használhatóságát emelni.

I. TÁBLÁZAT
Coli-pozitív vizek hányada a kifogásolt alkatrészek szerint

Víz minősége a kémiai vizsgálat szerint; kifogásolt alkatrészek	Az egyes csoportokba tartozó vizek száma	Előbbiek közül coli-pozitív vizek száma	Coli-pozitív vizek %-a	Coli-pozitív vizek %-a 1932, 33, 34. években
	1950. és 51. években			
Jó és elfogadható	2724	1101	40,4	41,5
Oxigénfogyasztás	203	98	48,3	60,2
Klorid	231	97	42,0	52,5
Ammónia	256	116	45,4	58,5
Nitrit	97	40	41,2	53,0
Nitrát	860	408	47,4	53,9
2 alkatrész	2023	1026	50,7	62,7
3 alkatrész	1027	514	51,0	66,3
4—5 alkatrész	755	389	51,6	70,5
Összesen	8176	3789	46,3	56,9

Alapvetőbb szempontokra mutat rá a *II. táblázat*. Ebben az 1951. évi ásott-kútvíz vizsgálatokat a mintavétel időpontjának megfelelően havonként csoportosítottam, különválasztva a kémiailag kifogásolt és nem kifogásolt vizeket. A bakteriológiai vizsgálat alapján kifogásolt vizek hányada, mint láthatjuk, igen nagy mértékben függ a mintavétel időpontjától és nyilván a csapadékviszonyoknak, vagy a hőmérsékletnek, avagy mindkettőnek hatása alatt áll. Kérdéses azonban, hogy az időjárásnak, avagy a hőmérsékletnek ez a befolyása hol érvényesül: már magában a talajban vagy csak magában a kútban végbenemő szennyeződést befolyásolja, avagy talán a már megvett mintára hat a hőmérséklet, és a minta szállítása alatt történik a baktériumok nagymértékű elszaporodása. Ez utóbbi kérdésre feleletet ádnak *Jendrassik A.*-nak 1936—37. években végzett, a táblázat alsó felében bemutatott kísérletei. *Jendrassik* a váci járásban lévő 25 ásott kút vizét vizsgálta havonként másfél éven keresztül, oly módon, hogy a vizeket a mintavétel után jég között gépkocsin azonnal a laboratóriumba szállították és feldolgozták. Az évszakonkénti ingadozás, dacára a hiányos adatoknak, ebből az összeállításból is megállapítható (ami a lényegesen rosszabb bakteriológiai eredményeket illeti, ezek onnan erednek, hogy a vizsgált

25 kút közül 15 nyitott aknás kút volt). Ezek az adatok bizonyítják tehát azt, hogy az időszaki hatást nem okozhatja a minta szállítása, hanem annak okát a kútban vagy a talajban lévő víz szennyezettségi állapotában kell keresnünk. Mindez utal annak az általam elméletileg levezetett és már régebben közölt tételnek helyességére, hogy a kútvizek fertőződése nem folytonos, egyenletes folyamat, hanem időnként jelentkező, különböző fokú, lökészerű baktériumos szennyeződések sorozatából áll. A bakteriológiai vizsgálatok csak ezeket a pillanatnyi szennyeződések vagy szennyezési szüneteket jelzik. A kémiai vizsgálatok ezzel szemben azt mutatják, hogy milyen gyakori szennyeződésnek van a kút vize kitéve; a kémiai vizsgálat eredményei tehát valószínűséget jeleznek, annak valószínűségét, hogy a víz egy hosszabb időtartam, pl. egy év alatt, ennek kisebb vagy nagyobb hányadában lesz bakteriológiailag szennyezettnek avagy kifogásalannak tekinthető. Másszóval tehát a bakteriológiai vizsgálat a víz higiéniai állapotát, a kémiai vizsgálat a víz higiéniai jellegét mutatja. Mindebből azt a gyakorlati következtetést vonhatjuk le, hogy a téli hónapokban a pozitív coli-leletet a jelenleginél szigorúbban kell elbírálnunk, a nyári hónapokban viszont esetleg enyhébben. Mindenesetre az a tény, hogy a nyári hónapokban a legszigorúbb mértékkel mért vizeknek is tekintélyes része coli-pozitív, arra látszik mutatni, hogy a kútban magában történő fertőzés még mindig igen tekintélyes. Az a javulás tehát, ami a tizenöt év előtti eredményekhez képest mutatkozik, a jövőben még lényegesen fokozható.

II. TÁBLÁZAT

Coli-pozitív vizek százaléka hónapok szerint 1951-ben

Víz kémiai minősítése	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	h ó n a p b a n											
Jó és elfogadható	13,6	18,9	8,2	20,0	30,8	40,8	36,8	52,0	49,0	50,0	21,9	17,9
Kifogásolt	27,0	32,4	24,6	36,6	44,3	46,4	73,2	66,2	60,2	42,2	37,4	24,5
Összes víz	22,7	28,8	20,0	32,5	40,7	44,6	49,2	62,3	56,7	44,5	31,5	22,8

Coli-pozitív vizek százaléka hónapok szerint 1936—37-ben

Jendrassik-féle	—	—	—	—	—	—	—	92	88	68	60	—
vizsgálatok	—	—	20	—	44	56	80	72	61	91	59	61
	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A másik példa, melyen a statisztikai módszerek használhatóságát a vizek higiéniai megítélésénél bemutatni kívánom, a fürdővizek területén van.* A közös

* Bolberitz K.: »Szennyeződési szám« a fürdővizek szennyezettségének megállapítására. Bolberitz K. és Török P.: Fürdővizek kémiai és bakteriológiai ellenőrzésének problémái. Hidrológiai Közlöny 23. évf. 1953.

fürdőkben a víz megfelelő tisztaságának egészségügyi jelentősége ismert. Ennek ellenőrzésére bakteriológiai vizsgálatokat szokás végezni és bizonyos határértékek alapján állapítják meg a víz megfelelő vagy elhasznált voltát. Az ilyen ellenőrzésnek azonban nincs nagy gyakorlati értéke, mert hiszen mire az eredmény megszületik, a fürdőben már a mintavétel időpontját régen túlhaladott állapot van. Gyakorlatiasabbnak látszott az az út, mely a fürdőzők számán keresztül végezné az ellenőrzést. Feltételezve, hogy nagy átlagban minden fürdőző azonos mértékben szennyezi a vizet, ha ismerjük ennek nagyságát és kitűzünk magunk elé egy bakteriológiai határértéket, pl. csiraszám, vagy coli-titer fomájában, úgy az egyes fürdőkre nézve megállapítható a fürdőzők megengedhető legmagasabb létszáma. Minthogy a fürdőzők által létrehozott szennyezés kémiai vizsgálatokkal jobban megfoghatóknak látszott, mindenekelőtt meg kellett vizsgálni azt, hogy mennyire követhető a fürdővíz szennyeződésének előhaladása a kémiai alkatrészek vizsgálatával, és hogy az így nyert eredmények mennyiben párhuzamosak a bakteriológiai leletekkel. E kérdésekre feleletet csak nagyszámú fürdő vízvizsgálati adatainak feldolgozásától lehetett várni. Ezért az ország különböző helyein fekvő, különböző származású vizeket használó, különböző jellegű 82 fürdő vizét vizsgáltuk meg, részben a befolyó és az elhasznált vizet a különböző medencékben, részben pedig egy medence vizét, 2—3 óránként véve belőle mintát. A nagyszámú vizsgálatok megmutatták, hogy a fürdővizek szennyezettségének előhaladása az oxigénfogyasztás, a klorid-, az ammónia-, a proteid-ammónia- és az összes nitrogéntartalom növekedése útján jól megfigyelhető. A szennyezettség alakulásának könnyebb ellenőrzésére, hígított vizelettel végzett összehasonlítások alapján »szennyeződési számot« szerkesztettem, melyet úgy kapunk meg, hogy megállapítva az alábbi alkatrészek növekedését az elhasznált vízben a befolyó tiszta vízzel szemben, a klorid- és az összes-nitrogéntartalom mg/l-ben kifejezett növekedéséhez hozzáadjuk az oxigénfogyasztásnál észlelt növekedés háromszorosát 0 mg/l-ben kifejezve.

Az így nyert szennyeződési szám a bakteriológiai eredményekkel elég jól egyezik (*III. táblázat*) és a fürdővizek szennyezettségének mértékét meg-

III. TÁBLÁZAT

Különböző szennyeződési számú fürdővizek átlagos baktériumtartalma

Szennyeződési szám	Minták száma	Átlagos baktériumszám	
		zselatinon 20 -on	agaron 37 -on
0—1	10	5,200	1,600
1—3	32	17,500	11,500
3—10	34	94,000	52,000
10—20	14	167,000	107,000
20—50	11	412,000	194,000

IV. TÁBLÁZAT
 Széchenyi strandfürdő

Víz minta származása	Cl ⁻ mg/l	0 fogy. mg/l	Össz. N mg/l	Szeny- nye- ződési szám	Baktérium-szám		Colititer	Clostridium	
					zselatinon 20°-on	agaron 37°-on			
Mintavétel: 1950. VI. 6. (péntek). Látogatók száma: 7300.	Gyermek-medence befolyó víz	134,5	1,85	2,2	0	5	0	10—	0
	« « elhasznált víz	134,5	4,10	4,2	8,8	500,000	40,000	0,001 +	40
	Nagy-medence befolyó víz ..	108,0	2,05	4,0	0	1	2	10+	0
	« « elhasznált víz	117,0	3,65	5,1	14,9	280,000	9,000	0,001 +	3
	Meleg-medence befolyó víz ..	134,5	1,65	3,7	0	2	2	10—	0
	« « elhasznált víz	151,0	3,60	4,5	23,8	160,000	26,000	0,01 +	10
Mintavétel: 1950. VIII. 13. (vasárnap). Látogatók száma: 4700.	Gyermek-medence vize 9 ^h ...	134,0	1,90	4,9	0	40,000	20,000	1—	0
	« « « 13 ^h ...	142,0	1,95	6,5	9,7	230,000	128,000	0,1 +	4
	« « « 19 ^h ...	139,0	2,30	9,5	10,8	180,000	140,000	0,01 +	2
	Nagy-medence vize 9 ^h	112,0	1,90	8,3	0	10,000	7,000	10—	0
	« « « 13 ^h	112,0	2,05	9,3	1,4	60,000	53,000	0,1 +	0
	« « « 19 ^h	113,0	2,35	10,7	4,7	180,000	90,000	0,1 +	0
	Meleg-medence vize 9 ^h	126,0	1,70	7,2	0	40,000	26,000	0,1 +	2
	« « « 13 ^h	145,0	2,30	7,4	19,1	52,000	57,000	0,01 +	2
	« « « 19 ^h	152,0	2,70	13,8	33,6	64,000	70,000	0,01 +	20

lehetősen hűen követi (IV. táblázat). Az V. táblázat példaképpen bemutatja két hasonló jellegű budapesti fürdő vízmintáinak adatait, melyek közül az egyiket egy kis látogatottságú napon, a másikat egy túlterheltségi napon vettük. A gőzfürdők jellemzésére a táblázat a budapesti Király-fürdő vizsgálati eredményeit közli. A végzett fürdővíz-vizsgálatok eredményei végeredményben azt mutatták, hogy amennyiben határértéket kívánunk megállapítani a fürdők ellenőrzésére, ez a mai viszonyok között csak kb. 5—8 szennyeződési szám körül lehet, más különben a kívánt határérték elérése fürdőink jelentős hányadánál megvalósíthatatlan lenne.

A fürdővizek szennyeződési problémáinak területén a nagyszámú adat lehetővé tette annak vizsgálatát, hogy mekkora az egy látogató által a fürdővízbe bevitt szennyezés. A számítás azt mutatta, hogy ez a szám annál kisebb, minél szennyezettebb a víz. Ez természetes is, mert a medencékben folyamatos vízcserélés van és ennek révén a szennyezettebb medencevízből az időegységben több szenny távozik, mint a kevésbé szennyezettből. E megállapítás szükségessé tette annak vizsgálatát, hogy a folyamatos vízcseré mily mértékben befolyásolja a szennyezettség nagyságát a medencevízben. Állandó vízcseré és a víz folyamatos, változatlan beszennyezése mellett, a víz szennyezettségét a használat valamely időpontjában az alábbi képlet fejezi ki:

V. TÁBLÁZAT
P ü n k ö s d - f ü r d ő

Mintavétel: 1950. IX. 3. Medence térfogat: 1900 m³. Látogatók száma: 100

Víz minta származása	Szennyeződési szám	Baktérium-szám		Coli-titer
		zselatinon 20° C-on	agaron 37° C-on	
Befolyó víz	0	4	6	1—
Medence vize 10 ^h	1,3	20,000	7,400	0,1 +
« « 13 ^h	1,4	14,000	14,000	0,1 +
« « 16 ^h	1,3	20,000	14,000	0,1 +
« « 18 ^h	1,2	35,000	10,400	0,1 +

C s i l l a g h e g y i - s t r a n d f ü r d ő

Mintavétel: 1950. VII. 2. Medence térfogat: 2100 m³. Látogatók száma: 7000

Befolyó víz	0	0	0	50—
Medence vize 10 ^h	18,1	64,000	38,000	1+
« « 13 ^h	26,4	400,000	180,000	0,1 +
« « 16 ^h	32,4	1,600,000	680,000	0,1 +
« « 18 ^h	24,8	1,220,000	500,000	0,01 +

B u d a p e s t i K i r á l y f ü r d ő (gőzfürdő)

Mintavétel: 1951. I. 5.

Látogatók száma: 170

Hideg-medence töltő víz	0	44	10	50—
Hideg-medence vize ..	2,4	300	100	1—
Meleg-medence töltő víz	0	6	2	10+
32°-os medence vize ..	7,7	18,000	17,000	0,01 +
40°-os medence vize ..	3,6	6,000	4,000	0,01 +

$$x = S \frac{Q}{q} \left(1 - e^{-\frac{q}{Q} t} \right),$$

ahol Q a medence térfogata, q a medencébe az időegység alatt befolyó víz mennyisége, S az időegység alatt a vízbe bevitt szennyezés »szennyeződési számban« kifejezve és x a várható szennyezés t időpontban. A fürdőkben azonban a látogatók száma a nap folyamán változik, ezért gyakorlati célokra megfelelőbb egy matematikai sor formájában követni, vagy előre kiszámítani a víz szennyeződését a medencékben, az alábbi képlet alapján :

$$S_n = S_{n-1} - S_{n-1} \frac{q}{Q} + \frac{s \cdot 1_n}{Q},$$

ahol s az egy látogató által 1 óra alatt bevitt szennyezés »szennyeződési számban« kifejezve, l_n a látogatók száma n időpontban és S_n a m^3 -enkénti szennyezettség n időpontban, »szennyeződési számban« kifejezve.

A nagyszámú fürdővízvizsgálat adatai azt mutatták, hogy Magyarországon átlagban egy fürdőlátogató egy óra alatt a medencevíz egy köbméterében 2,5 szennyeződési számnak megfelelő szennyeződés-növekedést okozott. Ezzel az adattal és a fenti képlettel számolva, az egyes fürdőknél a valósággal meglehetősen jól egyező eredményeket sikerült kapni. Az előbbieken kivonatosan ismertetett vizsgálatok és számítások immár lehetővé teszik, hogy ha elhatároztuk azt, hogy mekkora szennyeződési számot tartunk megengedhetőnek mint maximális szennyezettséget valamely fürdőnél, a közölt adatok és számítások segítségével kiszámíthatjuk, hogy mekkora lehet a látogatók megengedhető maximális létszáma.

Az előbbieken néhány gyakorlati példával kívántam megvilágítani azt, hogy a statisztikai és matematikai módszerek alkalmazásának milyen széleskörű lehetőségei vannak a vizek higiéniai problémáinak megismerése, feltárása és kutatása terén, éppen azon a téren, ahol ismereteink bővítésére a legnagyobb szükség van. A közöltek csak szerény kísérletet jelentenek ebben az irányban, hiszen a kútvizekre vonatkozóan végzett számítások oly adatok alapján készültek, melyek más célokat szolgáltak. Statisztikai feldolgozásra gyűjtött kifogástalan adatokból kétségkívül szélesebb körű és pontosabb következtetések volnának levonhatók és még értékesebbek lennének ezek, ha más országok is arra az útra térnének, hogy folyamatosan gyűjtött adataikat statisztikai feldolgozásra alkalmassá tennék. Csak kutatási módszereink kiszélesítésétől várhatjuk azt, hogy az a sok kérdőjel, mely a természet kifogyhatatlan változatossága folytán a hidrológia és hidrohigiénia terén előttünk lebeg, feleletet nyerjen, és hogy problémáink útvesztőiben a helyes utat megtaláljuk.

HOZZÁSZÓLÁSOK

PAPP SZILÁRD

Igen érdekes volna a fúrott kutak, esetleg külön a felszökő vizet szolgáltató fúrott kutak coli-pozitív százalékát összeállítani, ahol a kémiaileg kimutatható szennyeződés minimálisnak tekinthető és tisztán csak a kút felső szerkezetének, illetve a mintavétel körülményeinek a szerepe tűnnék ki.

Meglepő az előadás II. táblázatában az, hogy október hónapban a kémiaileg jó és elfogadható vizek közül a coli-pozitív kutak százaléka magasabb a kifogásolt vízü kutak pozitív százalékánál. Ezenkívül még egy néhány hónapban a kifogásolt és kifogástalan vizek coli-pozitív százaléka csak kis mértékben tér el egymástól. Erre a körülményre is fel kell figyelniünk és a coli-pozitív kutak százalékos szezonális ingadozásának az okát nemcsak a kémiaileg kimutatható szennyeződésekben kell keresni. Bár egyéb vizeinkre, mint a fürdővizekre, szennyvizekre stb.-re vonatkozó vizsgálati adataink ily módon kidolgozva nincsenek, de ezek után nagyon valószínűnek látszik hogy hasonló szezonális ingadozások a coli-pozitív vizek százalékában ott is fennállanak.

PÁTER JÁNOS

A magyar vízvéleményezésnek megvannak a maga sajátos problémái, amelyeknek megoldása a kémiai vizsgálatok alapján a hidrogeológiai adottságoknak megfelelően éppen a nagy számok törvényei alapján tisztázható. Ennek megkísérlését 1938 óta az előadóhoz hasonló módon hat alkalommal is ismertette a Magyar Hidrológiai Társaságban. Az ivóvizek egészségügyi elbírálásakor a vizek állandó jellemzőinek vehetjük azok kémiai összetételét, mert ez tellurikus eredetű s azon változtatni a legritkább esetben áll módunkban. Nem így áll azonban a dolog a Coli-problémával. A Coli az ivóvizek járulékos szennyezése, amelynek kiküszöbölése ritka kivételtől eltekintve minden nehézség nélkül megoldható. A Coli-kérdés azonban az ivóvízvéleményezés rákfeneje, s a bakteriológusok réme. A Coli variabilitása nagy. Jelenleg szerológiai módszerekkel, amelyek rendkívül körülményesek és kurzív vizsgálat keretében egyelőre nem alkalmazhatók, eddig mintegy 400 Coli-féleséget tudunk izolálni. Ezeknek származása ilyen módon meg nem állapítható, fakultatív pathogenitásuk vita tárgyát képezi. Ez rányomja bélyegét a vízvéleményezéskor figyelembe vehető szerepükre.

Az elmondottak miatt szívesebben látta volna, ha *Bolberitz Károly* a nagy számok törvénye segítségével az Országos Közegészségügyi Intézet Vízügyi osztályának rendelkezésére álló óriási adathalmazból kémiai vonalon az egyes magyar tájak hidrokémiiai viszonyait igyekezett volna tisztázni, ilyen módon segítséget nyújtva az ivóvizek realisabb elbírálásához, másrészt segítséget nyújtva a magyar alföldek hidrogeológiai viszonyait tisztázó geológus szakembereknek.

RICHTER ANDRÁS

Statisztikai szempontból néhány elméleti kérdés tisztázását is szívesen hallotta volna, így pl., hogy milyen módszereket alkalmazzunk. A tapasztalata

az, hogy a százalékok és az átlagértékek alkalmazása néha homályossá teszi az összefüggéseket.

A statisztikai sorok alkalmazásánál gyakoriságokkal van dolgunk és ezeknek a gyakorisági soroknak az összehasonlítására rendkívül alkalmas a korrelációs tényező.'

Nagy jelentősége van, amikor arról van szó, hogy az egyik tényező változásával a másik tényező mennyiben változik meg. Pl. a források vizében többnyire található 0,5—0,8 milligramm ammónia. A vegyészek véleménye régen is az volt, hogy ez a mélyből, magával a vízzel jön és így közegészségügyi szempontból nem kifogásolható. Nehéz volt azonban ezt megnyugtató módon elfogadni, amikor ugyanezekben a vizekben 10—13 000 összecsiraszámot, 2—4000, esetleg még magasabb coliszámot is kaptak. A korrelációs tényezők számításánál azonban a következő összefüggést találták: néhány hónapon keresztül vizsgálva a kérdéses vizet, az összecsiraszám korrelációs tényezője 0,631, valószínű hibája 0,0098, az oxigénfogyasztásé 0,769, az ammóniáé viszont 0,331. Ezeknek a számoknak alapján már nyugodtan elfogadhatták az említett véleményt, mert a baktériumszám, az oxigénfogyasztás és az ammónia viselkedése ebből a szempontból egymással ellentétes, tehát a valószínűségnek az felel meg, hogy a mélyből jön elő az ammónia és nem baktériumos szennyeződés következménye.

Ha a statisztikai-matematikai módszereket szélesebb körben kívánják alkalmazni, nagy szükség volna arra, hogy az osztályozások, csoportosítások és az alkalmazandó módszerek egységét megállapítsák.

Ha azonban az adatgyűjtésben, illetőleg a csoportok, az osztályok megválasztásánál nem azonos szempontok szerint járnak el, akkor a különböző számítási módszerek különböző eredményeket adhatnak. Az azonos adatgyűjtési feltételekben és statisztikai módszerekben meg kellene állapodni.

Előadó véleménye az, hogy a colitípus meghatározása eléggé elnyújtja a vizsgálatokat. Jelenleg csak a colit számítják és a streptococcus fecalist nem, holott a fürdővizek vizsgálatánál a streptococcus fecalis értékelésének igen nagy jelentősége van, mert különösen kisebb medencék vizsgálatánál nem a coli, hanem a streptococcus fecalis dominál.

Olyan általános határérték megszabása, amely valamennyi fürdőmedencére érvényes lenne, nagy nehézségekbe ütközik, mert a hőfoktól és a látogatók nemétől és számától függően igen széles változások vannak még az átlagértékekben is. Kb. az a helyzet, hogy ha 100 látogatóra a coliszámot férfi termálmedencénél az egységnek vesszük, akkor ez női termálmedencénél kb. 1,3, gyermekmedencénél 1:6. Ez már olyan szám, amelyet a norma megítélésénél számításba lehet venni.

A statisztikai módszerek alkalmazásánál az egyöntetőségre azért is szükség van, mert különböző intézetek dolgoznak, és nagyon sokszor szükségessé válik a statisztikák összesítése.

FINÁLY LAJOS

Azt látjuk, hogy a kutak bakteriológiai vizsgálatánál indikátorként kiválasztott Coli-baktérium mindig benne van a vízben, a források vizében is megtalálható, tehát feltétlenül bizonytalaná válik az ember lába alatt a talaj, amikor ezen az alpon kívánja megállapítani egy víz minőségét.

Nem volna-e érdemes egy kúttal kapcsolatban megfelelően ellenőrzött és a higiénikusok által fúratott másik kútból talajvizet is kivenni, és amikor

az első kútban változik a baktérium-szám, megvizsgálni, hogyan változik a talaj-vízben ugyanaz a baktérium-szám? Mert itt is van összefüggés. Kutatni kellene, hogy a talajból került-e a kútba a baktérium, vagy esetleg máshonnan, amikor is a baktérium származásának útját nyomon lehetne követni.

De helyes-e a Coli-baktériumot továbbra is indikátor-baktériumnak tekinteni, és nem volna-e lehetséges keresni egy specifikusabb olyan baktériumot, amelynek jelenléte a tényleges szennyezettséget nagyobb valószínűséggel mutatja ki. Itt ugyanazt az utat kell követni, amire az előadó rámutatott, hogy a matematikai statisztikának és a korrelációs számításnak minél szélesebb alkalmazását vegyük igénybe és ez talán további értékes tapasztalatokat fog majd nyújtani.

MOSONYI EMIL lev. tav.

Magyar viszonylatban *Bogárdi János* végez a korrelációs számítás terén olyan úttörő munkát, amely nemzetközi viszonylatban is jelentősnek nevezhető.

Ha azonban a hidrológiában végzett statisztikai számításokra hivatkozunk, akkor mindjárt rá kell mutatni olyan gyermekbetegségekre is, amelyek mindenhol bekövetkeznek egy kutatás elején. Nem jó mindig átlagértékekkel, vagy pedig az összes adatokból vont átlagokkal kapcsolatot teremteni, mert az ilyen statisztikai vizsgálatoknál nagy veszély áll fenn. Amikor először keressük önmagában az ok és az okozat közötti összefüggést, akkor arra szoktunk támaszkodni, hogy ha a korrelációs tényező bizonyos értéknél nagyobb, akkor kapcsolatot látunk, ha kisebb, akkor nem tekintjük a kapcsolatot reálisnak.

Itt azonban az a veszély áll fenn, hogy ha az adatoknál nem végzünk előbb alapos minőségi vizsgálatot, akkor olyan kapcsolatok szülehetnek meg látszólag, amelyek között közvetlen ok — okozati viszony nincs. Ilyenkor van valamilyen harmadik vagy negyedik tényező, amely mindkettőt iniciálja és ez zavart kelthet. Igen nagy veszély van tehát a statisztikai adatok minősítése nélkül való alkalmazásánál.

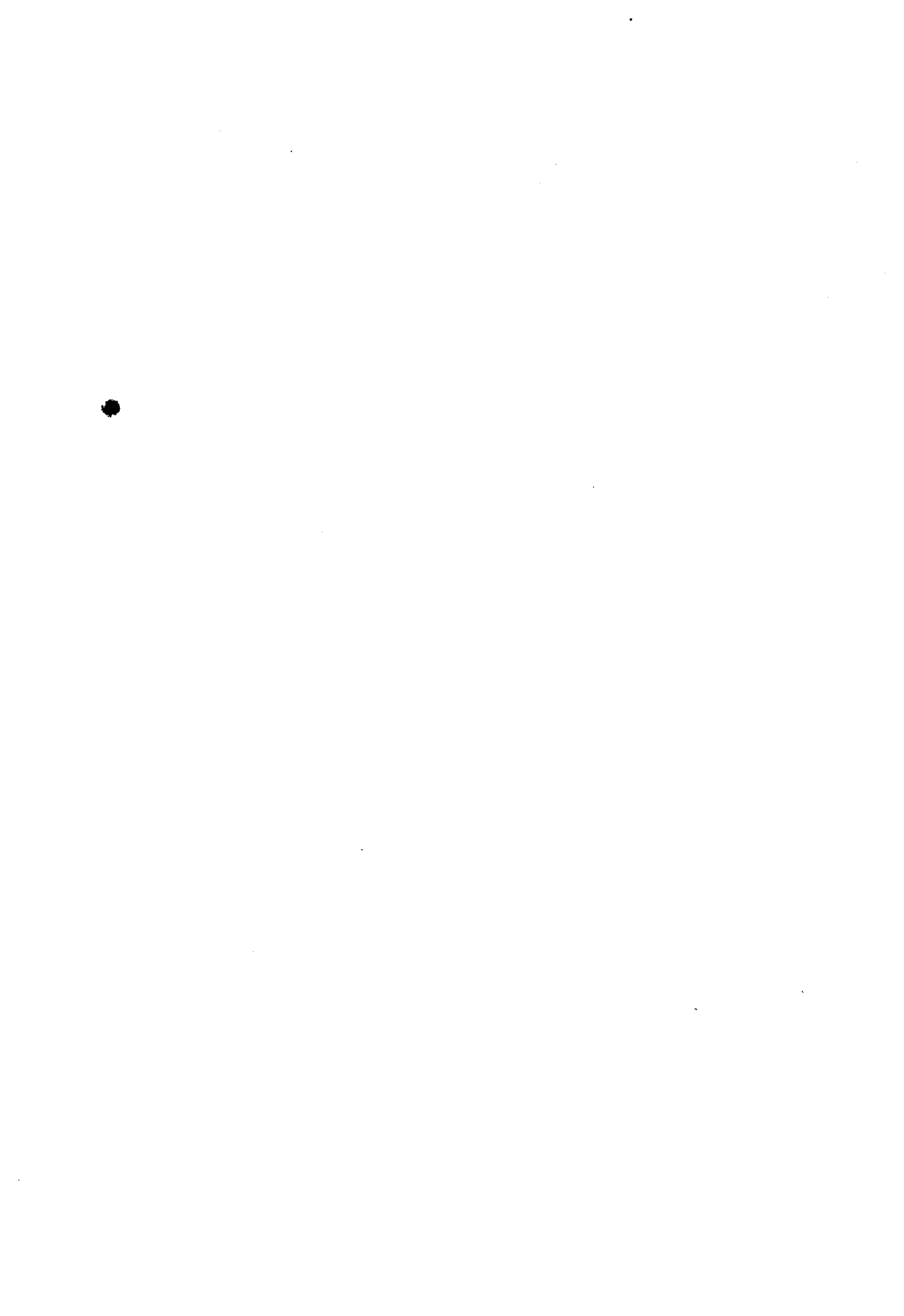
Megemlíti, hogy egy hidrológiai vizsgálatnál nagy segítségére volt *Eliava* szovjet szakértő, aki azt a felfogását hangsúlyozta, — amely a Szovjetunióban évek óta erősen kifejezésre is jutott, — hogy csak alapos minőségi analízis után szabad a statisztikai számításhoz nyúlni. Az Alföld talajvízkérdéseinek vizsgálata során jöttek rá arra, hogy a legnagyobb óvatossággal kell kezelni a kérdést és sokszor a szélső esetek vizsgálatából kapjuk az olyan összefüggéseket, amelyeket az átlagok nem mutatnak. Ha tehát találunk olyan szélső eseteket, amikor a közös ok nem volt meg, akkor kitűnik az az eddig még fel nem ismert tényező, amely az egyik esetet, a jelenség bizonyos mértékű bekövetkezését okozta.

BOLBERITZ KÁROLY válasza a hozzászólásokra

A hozzászólások egy része metodikai kérdésekre mutatott rá és ezekkel foglalkozott. Ezekkel teljesen egyetért. Sajnos azonban e munkáknál nehézségekkel küzdeni, mert nem minden anyag alkalmas ilyen statisztika készítésére.

Rámutatott arra, hogy milyen nehézségek és milyen veszélyek vannak ezen a téren. Az a vízvizsgálati anyag, amelyet feldolgoztak, minden évben

következétesen olyan, hogy a téli hónapokról nagyon kis számú vizsgálat áll rendelkezésre, főtömegük a nyári hónapokra esik. Így a csoportok nem egyformák, tehát a nyert százalékos és átlag-adatoknak a pontossága és megbízhatósága egymástól meglehetősen távol van. De vannak még egyéb hibák is, amelyek az eredmények szempontjából szerepet játszhattak, és amelyek miatt nem mertek ennél az anyagnál korrelációs számításokat végezni. Az anyag nem eléggé egyenletes eloszlású. Reméli, hogy a jövőben alkalma lesz tökéletesebb anyagot gyűjteni és sokkal jobb eredményt elérni.



ÍZRONTÓ ALKATRÉSZEK SZEREPE AZ IVÓVÍZ EGÉSZSÉGÜGYI ELBÍRÁLÁSÁBAN

PÁTER JÁNOS

Az ivóvizek egészségügyi elbírálásakor műhibát követünk el akkor, ha csupán a vizsgált víz tulajdonságaira vagyunk tekintettel és figyelmen kívül hagyjuk a vizet fogyasztó emberi szervezet élettani adottságait és követelményeit. Az ivóvíz nem önmagáért való valami, hanem fontos tényezője az emberi szervezet fiziológiás működésének, amellyel szemben ez a szervezet bizonyos követelményeket támaszt. Az elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy az ivóvíz elbírálása akkor lesz kifogástalan, ha a pavlovi fiziológia álláspontjára helyezkedve végzi a higienikus orvos az elbírálást. Mielőtt az ivóvizek elbírálásával kapcsolatos vizsgálataimra rátérnék, röviden vázolom az emberi szervezet víz- és az attól elválaszthatatlan sóanyagcseréjét.

Az emberi szervek átlagos víztartalma 70% körül mozog. A sejtekben és szövetekben levő víz igen fontos szerepet tölt be a szervezet életében. A szervek víztartalma biztosítja az ásványi anyagok oldatbantartását és a szervek, illetve sejtek részére való szállíthatóságát. A szervezetben az anyagcserével kapcsolatos kémiai átalakulások csak meghatározott töménységű vizes oldatokban történhetnek. Mindebből következik az, hogy a szervek és a sejtek víztartalmának nagyfokú eltolódása az élettani működés súlyos zavarával jár. A szervezetnek állandóan gondoskodnia kell a párolgás és kiválasztás útján elveszített vízmennyiségek pótlásáról.

A vízyanyagcsere során a szervezet vízkészletével takarékosan és gazdaságosan bánik. Így pl. az emésztő traktusban az emésztés folyamán az emésztőmirigyek által kiválasztott nagy vízmennyiségek a vastagbélből csaknem teljesen ismét felszívódnak. A vesén át történő kiválasztás csak igen híg oldatban történhet meg, ehhez a kiválasztáshoz jelentékeny vízmennyiség kell, azonban ennek a víznek egyrésze is a vesecsövecskék alsóbb szakaszaiból újból visszajut a vérpályába.

A szervezet a vízháztartás zavaaraival szemben lényegesen érzékenyebb, mint a táplálkozás zavaaraival szemben. Így ha a szervek víztartalmának 12—20%-a elvész, már beállhat a szomjhalál.

A szervezetet vízfölvételre a *szomjúságérzés készíteti*. Ez fellép akkor, ha a vízvesztés vagy sóbőség következtében a vér és a szövetek molekuláris

koncentrációja fokozódik. A vízfelvétel részben a táplálékkal, részben ivás útján történik.

A vízleadás a veséken keresztül a vizelettel, a tudó útján párolgással és a bőrön át verejtékezéssel történik.

A vízháztartás szabályozása részben az idegrendszer útján és pedig a hypothalamus supra-optico-hypophyseális rendszere, részben a sympaticus parasympaticus idegrendszer útján, részben a belső szekreciós mirigyek útján, nem utolsó sorban pedig a szervek és szövetnedvek kation és anion egyensúlyának a változása útján történik.

Az emberi szervezet vízháztartásával kapcsolatban meg kell említeni azt, hogy a szervezet napi vízvesztése 2—2,5 liter között mozog. Ugyanennyi tehát a szervezet napi vízigénye is. A táplálékkal, azok víztartalma révén átlagosan fél liter vizet vesz fel az ember, a többit ivás útján kell pótolni. A szervezetben végbemenő kémiai bomlási folyamatok révén a szervezet napi víznyerése mintegy napi 350 gr. Az elmondottak szerint tehát a felnőtt emberi szervezet napi vízszükségletéből mintegy 1,5 litert ivás útján pótol.

Mint már említettük az emberi szervezet anyagcseréjében a víz mint az ásványi anyagok oldószere és vívőközege szerepel. Nyilvánvaló, hogy ezek szerint a víz- és sóanyagcsere szorosan összefügg egymással. Ha beszéltünk a vízyanyagcseréről, úgy nagy vonalakban beszélnünk kell a só- illetve ásványanyagcseréről is. Az a víz, amit megiszunk nem H_2O , illetve nemcsak H_2O , hanem sóoldat, amelyben a kationok és anionok egész sora jut iváskor a szervezetbe, hogy ott a táplálkozás révén ki nem elégített kation- és anionhiányt pótolja.

Előadásom tárgykörénél fogva röviden csak azokkal az ásványi anyagokkal foglalkozom, amelyek ízokozó vagy ízrontó hatásuknál fogva az ivóvizek egészségügyi elbírálásakor szóbajönnek.

Nem térhetek ki részletesen arra az érdekes jelenségre, hogy a szóbanforgó anionok és kationok az elemek periódusos rendszerében bizonyos meghatározott csoportosulásban helyezkednek el, valamint arról sem beszélhetek bővebben most, hogy a szervezet részére feltétlenül szükséges elemek sora a periódus 30-as rendszámáig terjed, kivéve a jódot. Nem térhetünk ki itt bővebben a biopozitívok és bionegatívok ismertetésére, amelyeknek a szervezet bioelektromos jelenségei során van szerepük.

Egész kivonatosan nézzük a szervezet napi kation illetve anion szükségletét, figyelemmel előadásom témájára. Amint az *I. sz. táblázat* is mutatja egy 70-kg-os ember átlagos napi kation és anion szükséglete a következő:

I. TÁBLÁZAT

Natrium	napi szükséglet	1,000—5,000	milligramm
Klór	«	2,000—6,000	«
Kálium	«	2,000	«
Kalcium	«	700	«
Magnesium	«	300	«

Ha mármost a szervezetbe vitt kationoknak az életfolyamatok során kifejtett tevékenységét nézzük, akkor azt látjuk, hogy az az alábbi táblázat szerint szemléltethető :

II. TÁBLÁZAT

Életfolyamatot	fokozza	csökkenti
Membrán permeabilitást ..	K	Ca
Ingerlékenységet	K, Na	Ca, Mg
Vízleadást.....	Mg	Na

Az ivóvíz kation és anion komplettáló hatását a táplálkozással kapcsolatban a *III. sz. táblázat* szemlélteti. A táblázat világosan mutatja azt, hogy közepes kalóriabevitel esetén a különböző kationok és anionok milyen mennyiséget szolgáltatja a táplálék és mi az a mennyiség, amely részint az ivóvízzel részint sózással pótlódik.

III. TÁBLÁZAT

Napi kation- és anionszükséglet és bevitel (Sós J. [1])

Kationok, anionok	Napi caloria bevitel	Szervezet napi szükségele milligrammokban	Táplálékkal a szervezetbe került milli-gramm	Ivóvízből pótoltt milligramm	Sózással pótoltt
Natrium	2,732	5,000	650	Vízből pótolva	Sóból pótolva
Chlor	2,732	6,000	1,320	Vízből pótolva	Sóból pótolva
Kalium	2,732	2,000	2,000	—	—
Calcium	2,732	1,400	576	Vízből 300 mgr-ig	—
Magnezium	2,732	240	207	Vízből 44 mgr-ig	—

Magától értetődő, hogy az itt vázlatosan közölt értékek megközelítő átlag-értékek, amelyekből életkorok és egyéni adottságok szerint lényeges eltérések lehetnek. A fiziológiában és a biológiában nem mindig dolgozhatunk a kémiában megszokott precizitással. Az emberi szervezet szabályozó berendezéseivel a környezet hatásokra olyan tág határu alkalmazkodásokra képes, amelyekre a technikusok szerkesztette gépek nem képesek. Ezért az elmondottakat az ivóvízszolgáltatásokkal kapcsolatos eredmények ismertetésekor figyelembe kell venni.

Ezek után rátérhetünk tulajdonképeni témámra az ivóvíz egészségügyi elbírálására, különös tekintettel az izröntó anyagok szerepére. Nézzük mindenkéltől az ivóvíz definícióját. Az orvos-higienikus szempontjából a helyes definíció a következő lenne : »*Jó ivóvíz az a víz, amit mindenki baj nélkül megihat és szívesen iszik*«. Ez a definíció különösen magyar vonatkozásban helytálló.

Magyarország ivóvízellátási viszonyai ismeretesek. Amíg a kedvező hidrogeológiai adottságú államok lakosságuk 72—96%-át gravitációs úton kifogás-

talán vízvezetéki vízzel tudják ellátni, addig Magyarország, különösen pedig a magyar Alföld sajátos hidrogeológiai és települési viszonyai miatt a jó ivóvizet adó vízvezetéki ellátást egyelőre nem tudjuk megoldani. A magyar ivóvízvéleményezés problémáival foglalkozva (Páter J. 2.) néhány évvel ezelőtt már rámutattam arra, hogy az ország hidrogeológiai adottsága következtében a felszíni ásott kutak vizének egészségügyi elbírálásakor nem alkalmazhatunk egységes elbírálási sémát, hanem a víz származását tekintetbe véve tájak és hidrogeológiai tájegységek szerint bizonyos engedményeket kell tennünk. Hasonló felfogást hangoztat a Szovjetunióban Kalmikov P. E. (3) szovjet szerző is 1948-ban megjelent közleményében.

Vizsgálataim során kizárólag a felszíni ásott kutak vizének kémiai szempontból való egészségügyi elbírálását tartom szem előtt. Figyelembe veszem azt, hogy különösen alföldjeink ásott kút vizeinek elbírálásakor nem tarthatjuk magunkat a nyugati államok vízszabványaiban szereplő normák értékeihez. Az ivóvizek kémiai összetétele mindig függvénye a hidrogeológiai adottságnak. Az ivóvíz kémiai összetételét a tellurikus viszonyok szabják meg, amelyeken változtatni nem áll módunkban. Ilyen helyeken az ivóvizek kémiai elbírálásakor nem helyes dolog a nálunk indokolatlanul túl szigorú és nem ésszerű külföldi normák értékei után menni. A gyakorlati higienikus szemszögéből nézve a dolgot feltétlenül figyelembe kell venni az elbíráláskor a vízen kívül azt is, akiért az egész vizsgálat és véleményezés történik; magát a fogyasztó embert. Azzal, hogy a kémiai elbíráláskor az írásban lefektetett holt normaértékek alapján azt mondom egy vízről, hogy az ivásra nem alkalmas, vagy ivás szempontjából kifogásolható, nem tettem semmit a fogyasztó érdekében. A gyakorlati higienikusnak nem ez a célja. A gyakorlati higienikus a körülményeket mérlegelve olyan megoldást akar, amely ne a paragrafusokat, hanem az élet követelményeit szolgálja. Hiába ítélem el a vizet kémiailag a norma holt értékei alapján és kirekesztem a használatból a kutat, ha jobb vizet azon a helyen adni nem tudok. Mert az elítélt kút közvetlen körzetében a jövőben szükséges hidrogeológiai tájvizsgálatok hiányában, ásathatok én egész sereg új kutat, azokból úgyanezt a vizet fogom megkapni.

Magyar viszonylatban célszerűnek látnám tehát azt, hogy az ivóvizek kémiai elbírálásakor feltétlen tekintettel legyünk az emberi szervezet fiziológiai adottságaira és kívánalmaira.

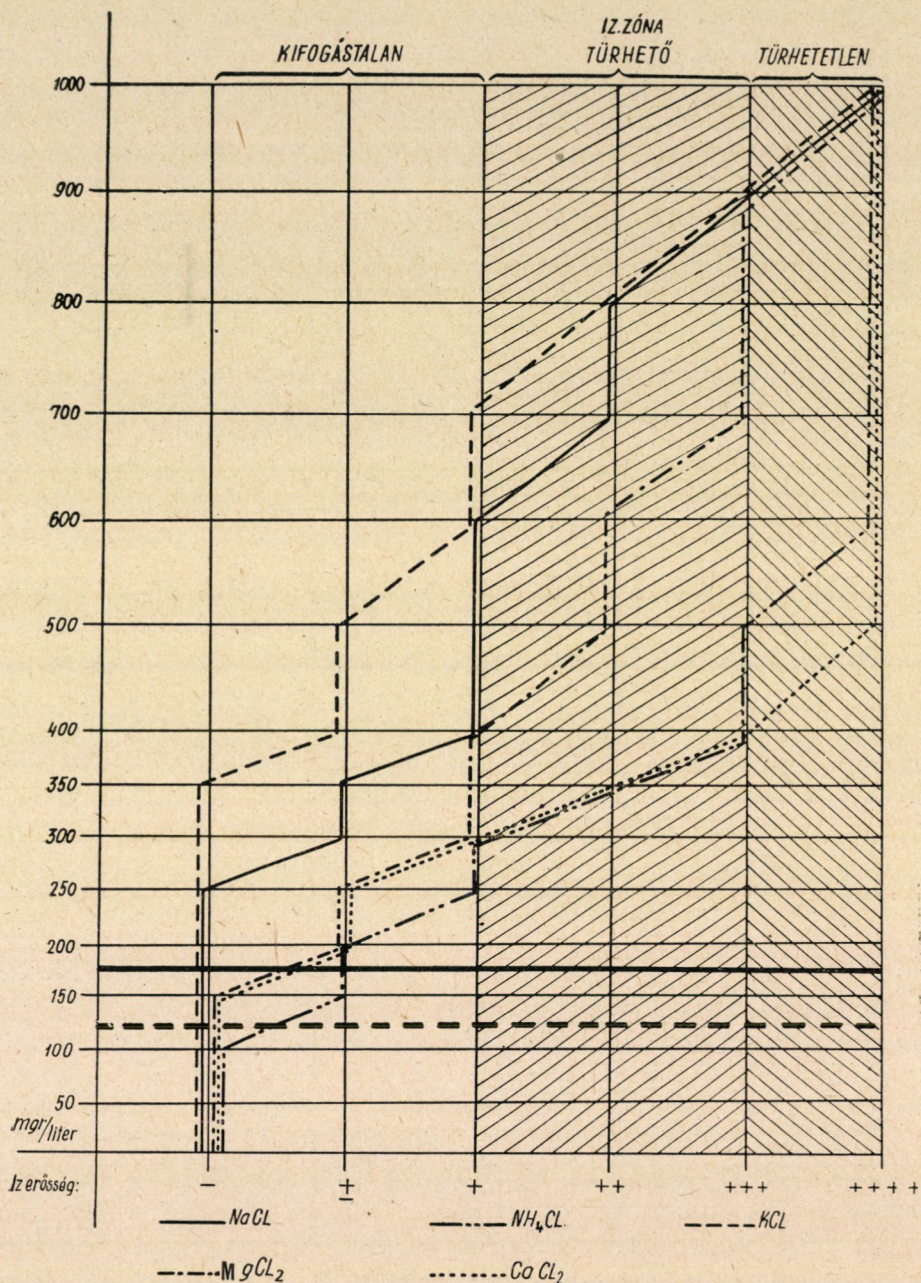
Az elmondottak gyakorlati megvalósításakor ezen a téren elsősorban az ivóvizek ízrontó alkatrészeivel kell foglalkoznunk. Foglalkozni kell a szervezet ásványi só szükségletével, amiről már szövegeztünk és figyelembe kell venni ezeknek az ásványi alkatrészeknek a fogyasztás alkalmával fellépő ízrontó voltát.

Az emberi szervezetnek táplálkozási funkciója során irányító érzéke az ízérzés. Az ízérzés, amely hivatva van a táplálék és vízfelvételkor tájékoztatni

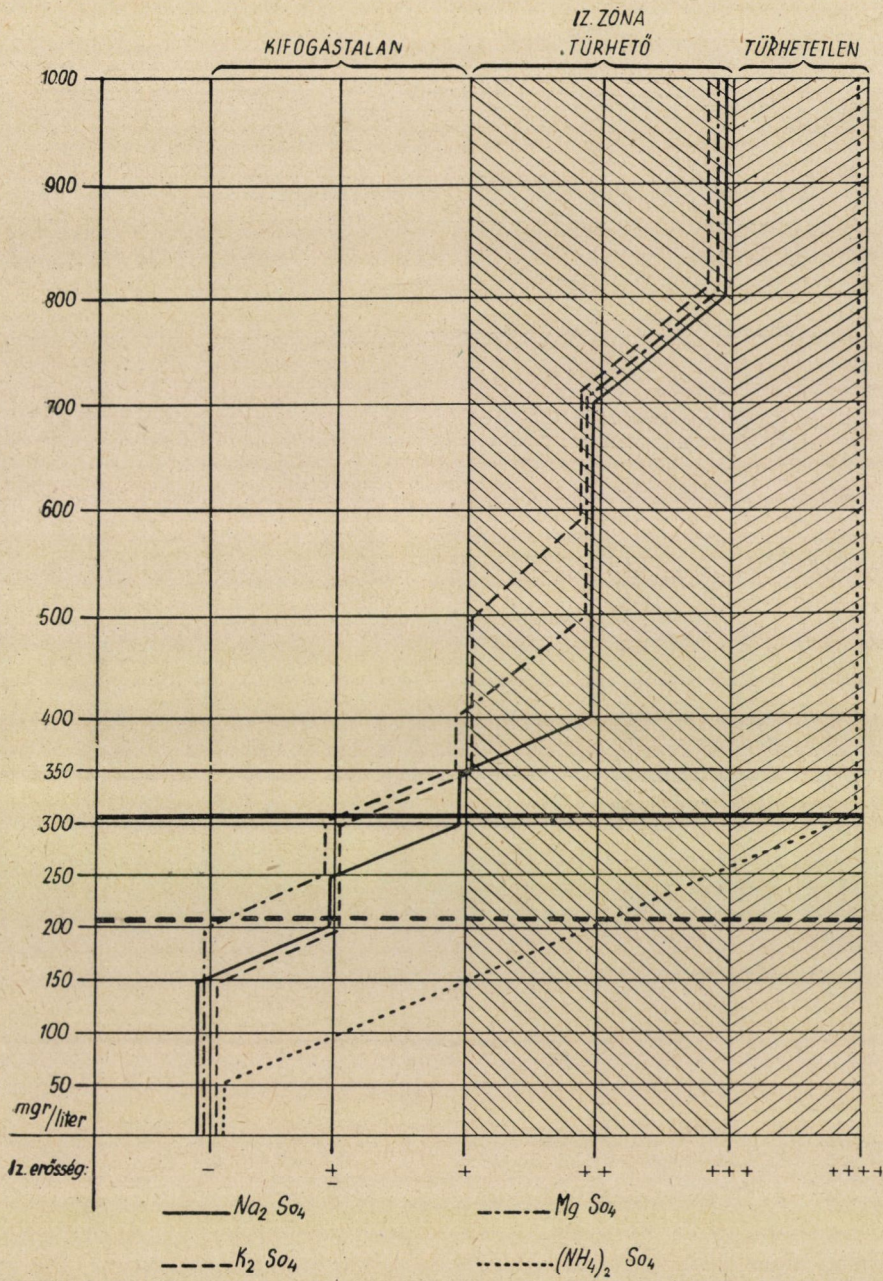
vagy védeni a szervezetet a táplálék és a víz milyensége felől. Az ízérzés tulajdonképpen a szervezet védekező reflexe, amely minden előzetes vizsgálat és kémiaanalízis nélkül is, adott esetben álljt parancsol a táplálék és vízfelvételkor. Az ízérzés szabja meg azt, hogy valamely táplálékot vagy ivóvizet a szervezet szívesen vesz-e magához, vagy tartózkodik annak fogyasztásától. Nyilvánvaló, hogy ez a berendezés nem ok nélkül végzi funkcióját. Ha pedig ez így van, már pedig a pavlovi fiziológia szerint így van, akkor minden okunk megvan arra, hogy az ivóvizek elbírálásakor az életnek megfelelő és a gyakorlatot kielégítő vélemény megalkotása céljából tekintettel legyünk a fogyasztó ember ízérzésére is. Ez az ízérzés sokkal józanabb, mint a szabványok rideg, holt számai és biztosabb támaszunk nekünk a jó elbíráláshoz.

Mielőtt kísérleti eredményeimet ismertetném, említsük meg azt, hogy az ivóvíz ízt a vízben oldott különböző ásványi alkatrészek okozzák. Az íz ezeknek az alkatrészeknek mennyiségétől, azoknak egymásra hatásától, de nem utolsó sorban a víz hőmérsékletétől függ. Az ivóvíz elbírálása szempontjából tudni kell azt, hogy a fogyasztott vizek hőmérséklete 8—14 C° között van. Ha ivóvizsgálatokat végzünk akkor ezen a hőmérsékleten vizsgáljuk a víz ízt.

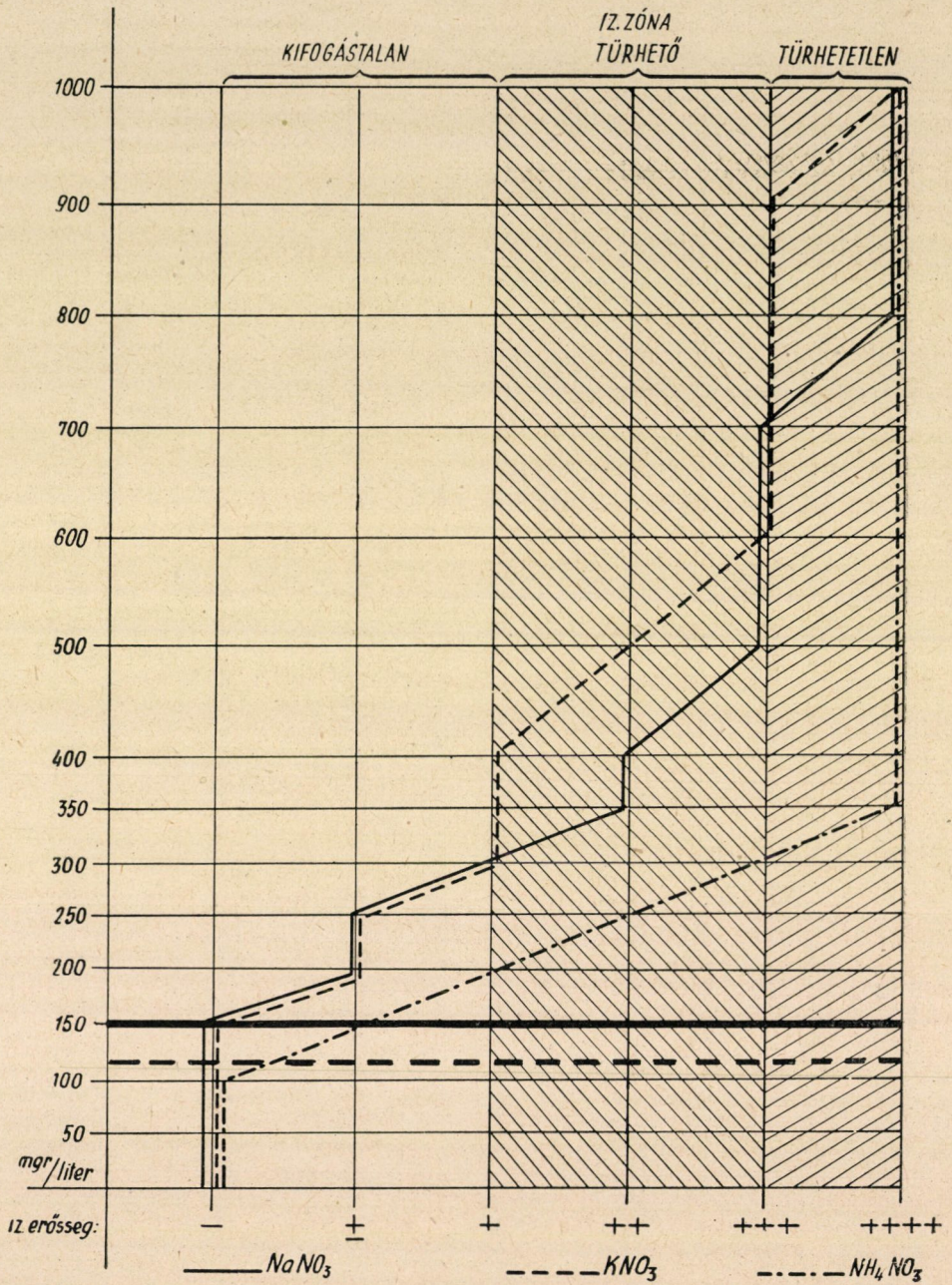
Az eddigi ízvizsgálók [*Friedmann, Kahlenberg, Richards, Holber, Kiesow, Bossert, Assmann, Glotzbach és Rubner*, valamint *Stoff* (4)] vizsgálatai során a kapott íz-küszöbértékek olyan óriási ingadozásokat és különbségeket mutattak, hogy a hazai viszonyok tisztázása szempontjából szükségesnek láttam saját elképzelésem szerint az ízvizsgálatok kivitelét és kiértékelésének a megállapítását. Ízvizsgálataim során amelyek csak a vizsgálatok kezdetét jelentik, tájékozódást kívántam szerezni arról, hogy az ivóvízvéleményezés céljára szolgáló nyomtatványon szereplő alkatrészek közül a különböző kloridok, szulfátok, nitrátok, hidrokarbonát és ezeknek keverékei izrontás szempontjából milyen viselkedést mutatnak. A vizsgálatok során a kérdéses vegyületekből desztillált, vizes oldatokat készítettem 50—1,000 mg/liter között 14 fokozatban [50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900 és 1,000 mg/liter]. Ugyanezeknek az izrontó anyagoknak a viselkedését figyelemmel kísértem a budapesti vízvezeték vízállásával elkészített sorozatban is. Az ízkísérleteknél a kóstolt víz hőmérséklete 14 C° volt. Az ízkiértékelést az esetek egy részében *Bereczky Rolandné* asszisztensnőmmel együtt végeztük. Az ízértékeléskor kb. 30—40 cm³ vizet vettünk a szájba és jól elkeverve a szájban, értékeltük az ízt. Az ízértékeléseknél nem kvalitatív, hanem kvantitatív ízértékelést végeztünk. Figyeltük azt, hogy melyik az a koncentráció, amelynél érzékelhető az, hogy valami van a vízben, jeleztük a megérzés küszöbét, a kifejezett íz küszöbét, a jellegzetesen erősen érezhető ízküszöböt és azt a határértéket, amelynél már undort keltő az ízérzés és amelynél a vizet fogyasztani nem lehet. A vizsgálatok eredményét grafikonokon rögzítettük és azokat 4 táblázatban szemléltető módon ábrázoljuk. (1. 2. 3. 4. ábra)



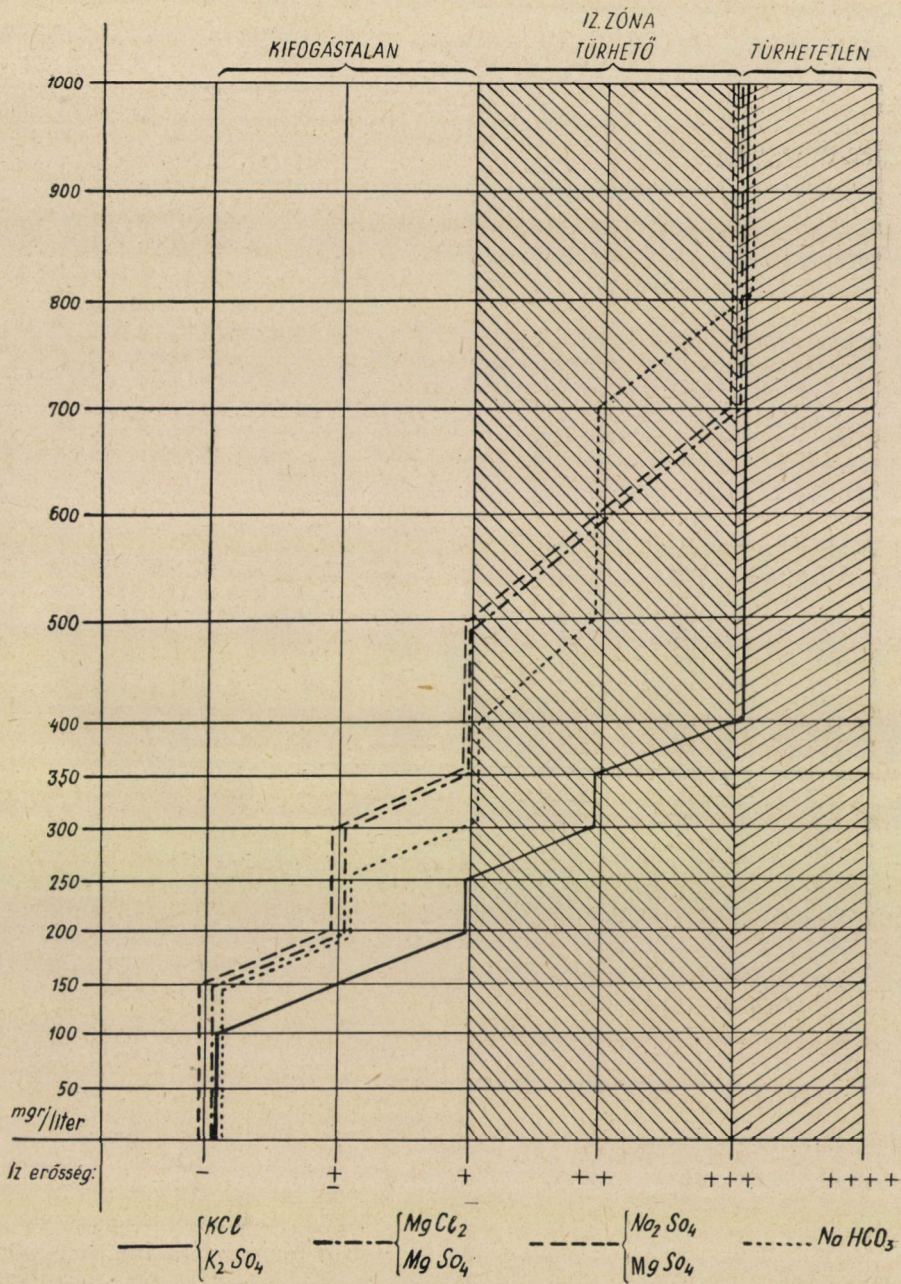
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

A grafikus összeállításban a vízszintes tengelyen szerepel az ízérzés erőssége többféle fokozatban. Az első sávban ízérzés nincs vagy alig érezhető, tehát a szervezet részéről nincs még figyelmeztetés, a második sávban a kifejezett ízérzés és a tűrhetőségi ízérzés szerepel, míg a harmadik sávban az ízérzés olyan erős, hogy a szervezet már tiltakozik a víz fogyasztása ellen.

A függőleges tengelyen szerepel a vizsgált vizek sókoncentrációja mg/litekben. Itt feltüntettem a szabvány által megengedett határértéket és pedig szaggatott vonallal a szigorúbb elbírálást (ha több alkotórész is túllépi a vízszabvány értékeit) folytonos vonallal pedig a lazább elbírálást, amikor csak egy alkotórész lépi túl a szabványértéket.

Kloridok ízvizsgálata

A következő vegyületeket vizsgáltam: NaCl, KCl, MgCl₂ és NH₄Cl. Az íztértékelések során kitént az, hogy az észrevehetőség legelőször jelentkezik az Ammoniumkloridnál, Kalciumkloridnál, Magnéziumkloridnál és legkésőbb jelentkezik a Nátrium és Káliumkloridnál. A fenti sorrendben az észrevehetőség a 150—500 mg között jelentkezik. Az érzékenység legkifejezettebb a Kalcium és Ammoniumkloridnál a 250—400 mg-os zónában, míg a Magnézium, Nátrium és Káliumkloridnál a 400—900 mg-os zónában észlelhető ugyanez. A tűrhetőség illetve a tűrhetetlenség zónájában a legalacsonyabb a Kalcium és Ammoniumklorid értéke 400—600 mg között, míg a Kálium- Nátrium és Magnéziumkloridok 900- és 1000 mg között mutatják a tűrhetetlenség zónáját.

Az ízvizsgálat eredményeképpen azt láthatjuk, hogy amennyiben a friss szerves szennyezést, mint kloridforrást kizárhatjuk és a klorid tellurikus eredete biztosra vehető, úgy az ásott kútjaink kloridtartalmának elbírálásakor ivóvízvéleményezés esetén a szabványban előírt kloridértéknél lényegesen magasabb kloridértéket engedhetünk meg.

Szulfátok ízvizsgálata

A 2. sz. ábrán a szulfátok ízvizsgálatát tüntettem fel. Ízvizsgálatot végeztem a következő szulfátokkal: Na₂SO₄, K₂SO₄, MgSO₄, [NH₄]₂SO₄. Az íztértékelések során azt láttam, hogy az észrevehetőség a legalacsonyabb az Ammoniumszulfátnál, míg a Nátrium, Kálium és Magnéziumszulfátnál az észrevehetőség 200 és 400 mg között van. Az érzékenység kifejezett az Ammoniumszulfátnál 150 és 250 mg között, míg a Nátrium, Kálium és Magnéziumszulfátnál 300 és 800 mg között van. A tűrhetetlenség zónája az Ammoniumszulfátnál nagyon alacsony: 200 és 300 mg között van, míg a Nátrium-Kálium- és Magnéziumszulfátnál 800 mg-nál kezdődik.

Az észleletek alapján a szulfátelőfordulásakor, ha annak friss szerves szennyezés eredete kizárható és a tellurikus származás bizonyított, lényeges engedmények tehetők a szabványértékektől eltérőleg a víz fogyaszthatósága szempontjából. A helyszíni vizsgálatok során 600 mg-os szulfátot tartalmazó vizeket ittunk kifejezett íz-zavar nélkül.

Nitrátok ízvizsgálata

A 3. sz. ábrán a különböző nitrátok okozta ízváltozásokat szemléltetem. A következő Nitrátokat vizsgáltam: NaNO_3 , KNO_3 és NH_4NO_3 . Az íztértelésekkel kitűnt az, hogy a nitrátoknak van a legerősebb izröntő hatása. Az észrevehetőség küszöbértéke legalacsonyabb az Ammoniumnitrátnak, 150 mg-nál, míg ugyanez a Nátrium- és Káliumnitrátnál 200—250 mg között érezhető. Az érezhetőség az Ammoniumnitrát esetében 200—350 mg között van, míg a Nátrium- és Káliumnitrátnál 300 és 600 mg között. A gátlási zóna az Ammoniumnitrátnál 300—350 mg között, míg a Nátrium- Káliumnitrátnál 500 és 1,000 mg között észlelhető.

A kísérletekből látható, hogy a nitrátok izröntő hatása a legkifejezettebb. Azonban a szabvány értékeihez viszonyítva, friss szerves szennyezés kizárása esetén itt is lényeges engedményeket tehetünk.

Kevert ízvizsgálatok

A 4. sz. ábrán a következő vegyületekkel végeztem ízvizsgálatokat: NaHCO_3 , KCl és K_2SO_4 ana keveréke, MgCl_2 és MgSO_4 ana keveréke, valamint Na_2SO_4 és MgSO_4 ana keveréke. A vizsgálatok során azt találtam, hogy a Nátriumhidrokarbonát észrevevési küszöbértéke 200—250 mg között van. A Káliumklorid és Káliumszulfát oldat észrevevési küszöbértéke volt a legalacsonyabb 150 mg, a Magnéziumklorid és Magnéziumszulfát, valamint a Nátriumszulfát és Magnéziumszulfát keverék észrevevési küszöbértéke 200—300 mg között volt. Az érezhetőség zónája a Nátriumhidrokarbonátnál 300 és 800 mg között volt. A kevert sóoldatoknál ugyanez 200 és 800 mg között volt észlelhető. A gátlási zóna a Nátriumhidrokarbonátnál 800 mg-nál, a Káliumklorid és Káliumszulfát keveréknél 400 mg-nál, míg a Magnéziumklorid és Magnéziumszulfát, valamint a Nátriumszulfát és Magnéziumszulfát keveréknél 700 mg-tól kezdve lépett fel. Az ebben a sorozatban végzett észlelések is friss szerves szennyezés kizárása esetén az elbíráláskor bizonyos engedményt tesznek lehetővé.

Meg kell említenem azt, hogy az ízvizsgálatok során a desztillált vizes és a budapesti vízvezeték vizéből készült oldatok között különbség nem volt észlelhető.

A laboratóriumi vizsgálatokkal párhuzamosan kémiai szempontból súlyosan érintett vasútvonalak kútvízeinél végeztünk a helyszínen ízvizsgálatokat és pedig a Füzesabony—Tiszalök közötti hortobágyi vonalon *Romhányi Gyula* MÁV. kerületi orvossal, a Sajóecseg—Tornanádaska közötti vonalon pedig *Cziráky Ferenc* MÁV. kerületi orvossal. A helyszínen végzett ízértékelések mindenben megerősítették azt, amit a laboratóriumi kísérletek során elmondtam. A szulfát ízrontó hatásával párhuzamosan nem tapasztaltuk a keménységnek azt a zavaró hatását, amelyet az irodalmi adatok említenek.

Ízvizsgálataink célja az volt, hogy az ivóvizek egészségügyi véleményezésekor a víz, mint kémiai agens mellett helyet kapjon a fiziológiás életszembélet is és tekintettel legyünk az emberi szervezetre és az emberi szervezet széles skálájú toleranciájára, amely segítségünkre lehet a magyarországi ásott kutak vizzeinek ivás céljából való elbírálásakor egy egészséges és célszerű gyakorlati engedményadásnak a bevezetésénél. Laboratóriumi és helyszíni vizsgálataim csak egy megindult vizsgálatsorozat első fázisát jelentik, mégis legyen szabad azok alapján az alábbi következtetéseket levonni.

ÖSSZEFOGLALÁS

1. Az ivóvizek egészségügyi elbírálásakor célszerű bevezetni a fiziológiás életszembéletet. Nemcsak a vízre, hanem az azt fogyasztó emberi szervezetre is legyünk tekintettel.

2. Kívánatos lenne, ha fiziológusaink a sóanyagcsere-vizsgálatok mellett a meglehetősen elhanyagolt vízanyagcsere-vizsgálatokkal is foglalkoznának.

3. Ásott kútjaink, különösen alföldi ásott kútjaink vizei egészségügyi elbírálásakor kémiai vonalon a magyar viszonylatban túlszigorú szabványértékek fölött — az emberi szervezet fiziológiás követelményeinek megfelelően — elég tág engedményeket tehetünk s ezzel a gyakorlat szempontjából hasznosabb vízvéleményezést biztosíthatunk. Ennek tudatosítása kívánatos lenne az ivóvíz egészségügyi elbírálásával foglalkozó szakembereink között.

4. Kívánatos lenne hidrogeológusaink részéről — amint azt Sümeghy már évekkal ezelőtt is hangsúlyozta, — víztermelés szempontjából a hidrogeológiai tájegységeink minél szélesebbkörű vizsgálata.

SZAKIRODALOM

1. Sós J. : *Magyar néptáplálkozásán.* Budapest, 1942. 245—248. o.
2. Péter J. : *Hidrologiai Közlöny* 1950. XXX. évf. 9—10. f. 364. o.
3. Kalmikov P. E. : *Gigiena i Sanitarija* 1948. 2 : 2—10. o.
4. Klut H. : *Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle.* Berlin, 1922. 28. o.

H O Z Z Á S Z Ó L Á S O K

GORECZKY LÁSZLÓ

Az előadó, mint kezdeményező természetesen nem meríti ki a kérdést a maga teljes egészében, hanem csak elindítja azt a kutatási irányt, amely az elbíráláskor az emberi szervezet élettani igényeit is figyelembe kívánja venni. Az előadó szerint jó ivóvíz az a víz, amelyet szívesen fogyasztunk. Ehhez hozzáadná azt a megállapítást is, hogy a jó ivóvíz ne legyen az egészségre káros.

Ha az előadó kísérleti értékeit egybevetjük, az ízvizsgálatokra vonatkozó külföldi adatokkal, akkor azt látjuk, hogy az ő adatai helyenként alacsonyabbak is, mint amit egyes külföldi vizsgálók megállapítottak. Nézzük p. *Mrugowsky* adatait egybevetve az előadó adataival:

Megengedhető érték mg/liter	<i>Mrugowsky</i>	<i>Páter</i>
Szulfát	500 mg/l felett	200—400 mg/l
Kalciumklorid	500 « «	400 «
Magnéziumszulfát	500 « «	500 «
Magnéziumklorid	100 « «	300 «

Ezek a különbségek természetesen megmagyarázhatók az egyéni iztolerancia széles biológiai skálájával.

Azok a koncentrációk, amelyek az előadó kísérleteiben szerepelnek, olyan alacsonyak a szervezet fogyasztása szempontjából, hogy mint betegségek okozók szóba sem kerülhetnek. Sem összetételekben, sem egyszerű sók formájában a felsorolt ásványi anyagok nem zavarják meg a szervezet egyensúlyi helyzetét. Itt kizárólag az ízérzés az egyetlen, amely fiziológiai gátlást válthat ki a fogyasztással szemben.

Ezek a fiziológiás ízkísérletek abba az irányba terelik figyelmünket, hogy szabványaink túlszigorú értékeit a hidrológiai adottságoknak megfelelően szükségszerűen módosítsuk. Természetesen nem kívánhatunk olyan módosításokat, amelyek az egészségre károsak, de olyan mértékűeket, amelyek az egészségre nincsenek kihatással, a helyi adottságoknak megfelelően engedélyezni kell.

Páter János kezdeményezésének jelentőségét abban is látja, hogy új tudományos módszerrel, a dialektikával kutatja a kérdést, és a dialektika az, amely nem tűr elavult dogmákat. A szabványértékek is a lehetőségeknek megfelelően alakíthatók és nem szabad, hogy azokat merev paragrafusokban rögzítve az idők folyamán a tudomány fejlődésével szembeállítsuk.

CSAJÁGHY GÁBOR

A kémiai összetétel alapján való vízminősítés első pillanatban egyszerű feladatnak látszik, hisz a jóminőségű ivóvizeink összetételét több ezer elemzésből eléggé ismerjük. Azt is tudjuk, hogy az eruptív kőzetekből előtörő vizek szilárd maradéka általában 100—200 mg, a mészkőből és dolomitből származó karsztvizeké pedig 4—600 mg szokott lenni literenkint.

Úgy látszik azonban, hogy a természet sokszor figyelmen kívül hagyja a mi megállapításainkat. A Velencei hegység gránitjaiból feltörnek olyan vizek

is, amelyeknek szilárd maradéka eléri az 500 mg-ot, s az ország minden részéből, de nagyobbrészt az Alföldről származó, válogatás nélkül összeszedett 707 vízminta 1220 mg szilárd maradékot adott literenkint.

Minden országban igyekeztek bizonyos normákat felállítani, és ezeket tették meg a minősítés alapjául. Sajnos azonban a felállított normáknak nincs tudományos alapja. Tudományos alapon nem lehet megindokolni, hogy miért kell az úgynevezett ideális ivóvíz összes keménységének 5 és 14 nkf. között, vagy szulfáttartalmának 50 mg alatt lennie. Tehát a normák tulajdonképpen nem magát a minőséget szabják meg, hanem *csupán a minősítés műveletét könnyítik meg*, mivel azt bizonyos fokig mechanikussá teszik. Ennélfogva figyelmet és elismerést érdemel minden olyan kezdeményezés, amely a kérdést előre vinni látszik.

Nézzük meg, hogy az az út, amelyen az előadó hazai viszonylatban elsőként elindult, járható-e, másszóval az erősen szubjektív ízésérzés felhasználható-e ivóvízminősítésre, van-e erre más területen hasonló példa? Gondoljunk az élelmiszerek egész sorára, vagy gondoljunk világhírű borainkra, amelyeknek minősítése nem a kémiai elemzés, legalább is nem elsősorban a kémiai elemzés, hanem az ízésérzés alapján történik. Ha meggondoljuk, hogyan keletkeztek az egyes országok szabványai, rájövünk, hogy ezeknek is az ízésérzés volt az alapjuk, nem is képzelhető el másképpen. Nyilván azokban az országokban, ahol túlnyomó többségben lágy vizek fordulnak elő, erősebben kifogásolnak egy-egy keményebb vizet. Elképzelhető az is, hogy ha az egész világon csupán igen kemény vizek lennének, Magyarországon pedig mondjuk olyan mint a pesti vezetéki víz, bizonyára akkor ezt kifogásolnák. Hogy ez mennyire lehetséges, van rá példa: így egyik városunkban azzal utasították el a 40 nkf.-nál keményebb vizük helyett egy 20 nkf.-ú víznek a városi vízellátásába való bekapcsolását, hogy nem jó, mert nincs íze.

Ezért az előadóval egyetértve lehetségesnek tartja, hogy a bakteriológiai követelmények szigorú betartása mellett, bizonyos esetekben engedményeket tegyünk az ivóvizek elbírálásánál.

Módszertani szempontból javasolom, hogy az egyes ízésérzsfokozatokat nemcsak a mg-ban kifejezett súlyokkal, hanem az egyenértéksúlyokkal is összekapcsolnánk. A kémiában ugyanis nem a gramm, vagy a milligramm, hanem az egyenértéksúly a súlyegység. 100 mg KCl sem a kationok, sem az anion szempontjából nem egyenértékű 100 mg NaCl-dal, tehát a kettő hatása nehezebben hasonlítható ezen az alapon össze.

SÜMEGHY JÓZSEF

Teljes mértékben helyesli az előadó azon megállapítását, hogy az ország hidrogeológiai adottságának következtében, a felszíni ásott kutak vizének egészségügyi elbírálásakor nem alkalmazhatunk egységes elbírálási sémát, nem használhatjuk a külföldi államok vízszabványaiban szereplő normát, hanem a víz származását tekintve, hidrogeológiai egységeink szerint kell bizonyos engedményeket tennünk, illetve célszerű a fiziológiás étleszmlélet bevezetése is a vízvéleményezés hasznosabb biztosítására.

Más és jobb például a Kisalföld ásott kútjainak vize ízre is mint az Alföldé, mert a két terület vízföldtani adottságai is mások. De más az éghajlatuk, a csapadékmennyiségük, és ennek eloszlása is. Más felszíni rétegeiknek kőzettani összetétele, porozitása, öntisztítási lehetősége, a talajvizes rétegek nagyobb

lejtőszögéből bekövetkező erősebb vízmozgás, tehát olyan tényezők, amelyek együttes hatása szolgáltatja a víz minőségét, ízét is, s amelyek mellett vegyi összetételük egyedül álló bíráló tényező nem lehet. Ezért hasznosak *Páter* szóbanforgó vizsgálatai, mert beiktat ivóvizeink egészségügyi elbírálására olyan fontos tényezőt is, mint az ízrontó alkatrészek, amelyek eddig ilyen tekintetben alig jöttek számításba.

Meggyőződése, hogy az ásott kutakból nyert ivóvizeink ízrontó alkatrészeire vonatkozó adatok harmonikusan egészítik majd ki a kémiai adatokat és segítségül lesznek annak a sorsdöntően fontos kérdésnek kidolgozásánál, hogy hol és milyen területegységeken, illetve milyen rétegeken belül jelölhető ki használható, jó ivóvizeink.

PAPP SZILÁRD

Előadó a víz ihatósága és az ízrontó alkatrészek mennyisége között igyekszik kapcsolatot teremteni. Ezzel kapcsolatban egynéhány szempontra kell felhívni a figyelmet. A mélységbeli vizeink esetében tudunk tellurikus összefüggést kimutatni a hidrogeológiai viszonyok alapján. Meg tudjuk állapítani, melyek azok az országrészek, ahol kloridos vizet (Kalocsától—Szekszárdig), ahol vasas vizet (Szabolcs, Szatmár, Sopron megye), ahol alkáli hidrokarbonátos vizeket (a Mátra nyugati nyúlványai egészen Kisterenyéig) és ahol sok organikus anyagot tartalmazó vizet (Békés megye) fogunk találni a mélyebb rétegekben. A mélységbeli rétegekben tehát megvan a tellurikus összefüggés. A talajvizeknél azonban más a helyzet, a vizek összetételét megszabó alkatrészek nem vezethetők vissza, legalább is igen ritka esetben, tellurikus eredetre. Községeinkben a község szélén, lakatlan területeken, a talajvíz összetétele tiszta, tehát klorid, nitrát, organikus anyag, ammónia mind egészen kis mennyiségben fordul elő, amint azonban közeledünk a községek lakottabb belső területei felé, mindezek az alkatrészek ugrásszerűen emelkednek és sokszoros mértékben jelentkeznek. Ez a klorid-, szulfát-, ammóniatartalom emberi és állati eredetű bomlási termékek maradványa. Az ilyen vizet mindenképen kifogásolni kell, még akkor is, ha az íze megengedi az élvezetét.

A vizek egészségügyi elbírálásával tehát az ízrontó alkatrészek szerepét nem lehet összefüggésbe hozni. Ezért nagyon vigyázzunk éppen ásott kutaink esetében, hogy a víz ízrontó alkatrészeinek szerepét egészségügyi szempontból ne kapcsoljuk össze a vizek ihatóságával.

Szabványunk értékeit annakidején lazán szabták meg. Mivel azonban a szabvány elkészülte óta hazánk ivóvíz-ellátása lényegesen javult, inkább arra kell törekednünk, hogy a szennyeződést jelző alkatrészek határértékeit szigorítsuk. Csak a szabvány szigorításával fogjuk tudni elérni, hogy még jobb minőségű, az egészséget még kevésbé befolyásoló, szennyezetlen vizek kerüljenek közfogyasztásra.

MOSONYI EMIL lev. tag

A műszaki ember, de általában a kutató, valamilyen műszerrel mér. Lehetőleg ugyanazzal a műszerrel, vagy ha több műszerrel kell mérnie, akkor azokat egymáshoz képest hitelesíti, kalibrálja.

Ezért a műszaki ember szemével teszi fel azt a kérdést, hogy a vizsgálatot végző szájak hogy vannak egymáshoz kalibrálva. Ha pl. azok, akik ebben a

teremben ülnek, ugyanazt a vizsgálatot egymástól elzárva elvégeznék, hogyan ítélnék meg azt a két határértéket, amely a grafikonon egészen éles vonal alakjában jelentkezik. Mi a szórás, a mérés hibája, vagy a középértéke.

TÓTH ISTVÁN

Szeretné megkérdezni az előadót, hogy az általa végzett vizsgálatoknál, amelyeket másodmagával végzett, voltak-e észlelésbeli különbségek, vagy pedig hasonló érzékelések voltak. A felelet bizonyos mértékig támpontot adna arra, hogy az érzékelési módszereknél mi a hibahatár?

A szabvány-módosítás elbírálásánál egy lényeges szempontra kell figyelemmel lenni. Ha kutakat vizsgálunk a közelben, sokszor találunk olyan szennyező műtárgyat, amely életfeltételeket teremt a bakteriológiai szennyeződés számára. A laboratóriumba érkező vízminták kartonján azonban csak arról kapunk adatot, hogy bizonyos szennyező alkatrészek vannak-e a vízben, de másról nem. Pedig fontos ismerni azt is, hogy a szennyező alkatrészek nagyobb értéke mennyiben van összefüggésben a közelben lévő szennyező műtárgyak jelenlétével.

BOLBERITZ KÁROLY

Az előadó felhívta a figyelmet arra, hogy a vizek elbírálása végeredményben a vizet fogyasztó ember érdekében történik. Ki kell ezt hangsúlyozni, mert minden dolognál hajlam van a mechanizálásra, így a vizsgálatoknál is, és fennáll az a veszély, hogy a fogyasztó ember, akinek érdekében a vizsgálat történik, eltűnik, és az elbírálás léleknélkülivé, mechanikussá válik.

A felszólalások bizonyos kritikával illették a szabványokat, tehát a vizsgálatok normáit. A szabvány alkotásánál hosszantartó viták folytak abban a tekintetben, hogy a vizek összetételét és a vizek elbírálását egyáltalán szabványosítsák-e, avagy sem. A vizsgálatokat végző szakemberek álláspontját azonban közös nevezőre kellett hozni, és ez tette szükségessé a határértékek megállapítását.

A határértékek megállapítása nem a víz ihatósága szempontjából történt, hanem hogy a víz mennyire, milyen mértékben gyanúsítható fertőzőtésséggel. Természetes, hogy e tekintetben is különböző határértékek vannak, tehát egy abszolút tökéletes határértéket megállapítani nem lehetett. Az iránygondolat, amely a bizottságot ezeknek a határértékeknek megállapításában vezette, az volt, hogy ezeket a magyar adottságokhoz alkalmazza, és éppen ezért a külföldieknél lényegesen magasabb határértékeket állapítottak meg, nehogy a magyarországi felszíni vizet szolgáltató kutaknak nagyobb részét rossznak kelljen nyilvánítani.

SZABÓ ZOLTÁN

Előadó vizsgálati módszere az élelmiszervizsgálatokhoz hasonló. Amikor a felszólaló élelmiszervizsgálattal foglalkozott és rendszeresen kóstolgotott tejet, vagy paprikát, akkor bizonyos idő múlva nyelve telítődött az ízzel. Van-e az ivóvíz ízlelő vizsgálata során megfelelő közömbösítési lehetőség, vagyis hogy a vizsgáló bizonyos idő múlva megfelelő semlegesítő szer élvezete, vagy átöblítés után az ivóvíz ízének vizsgálatára visszatérhessen.

Ami az ivóvíz szennyezettségének kérdését illeti, nem találná lehetetlennek azt a megoldást, hogy szintén foglalkoznának bioindikátoros kísérletekkel, hogy azok indokolttá teszik-e, vagy adnak-e lehetőséget arra, hogy a klór-ionok magas száma, vagy az ammónia túlzott kiugrása esetén az ivóvizet alkalmatlannak jelentsük ki.

SARLÓ KÁROLY

A szabványokban nem azért csinálták a határszámokat, hogy azokat át ne lehessen lépni. Az élelmiszervizsgáló kémikusnak mindig megvolt az a joga, hogy a véleményben a számoktól függetlenül járjon el. A számokat nem lehetett kritizálni, azok fixek voltak, a belőlük levont vélemény azonban mindig a tapasztalt vegyészről, az ő tudásától függött és nagyon sok kivétel volt, amikor azt mondták, hogy ennek ellenére még élvezhető az élelmiszer. Az igazi élelmiszerízlelő vegyésznek megvan az a joga, sőt kötelessége, — azért kell ezt tapasztalt embernek végezni és nem kezdőnek, — hogy a számok ellenére is pl. víznél a véleménybe beírhatta, kémiai szempontból ivóvízre való felhasználása ellen kifogás nem emelhető.

Az előadó előadása mellett azonban önmagától logikusan értődik az a kikötés, hogy a vélemény csak akkor érvényes, ha egészségre ártalmas, vagy gyanús más anyag nincs benne.

SZABADFI JÓZSEF

Előadó vizsgálatai a Máv. kutakra vonatkoznak. A laboratóriumban minden kút vize vizsgálatra kerül és meghatározzák a bakteriológiai elemeket, a keménységi fokot és a vízben tartalmazott szilárd alkatrészeket. Ezután adnak véleményt, hogy iható-e a víz, vagy nem. Azonban annak ellenére, hogy egyébként semmi komoly kifogás nem merült fel a víz ellen, a lakosság, illetve az állomáskezelőség oda nyilatkozott bizonyos esetekben, hogy a kútnak rossz a vize. Ez indította az előadót arra, hogy utána kutasson, mi is lehet itt tulajdonképpen a tenni való. Ha ilyen szempontból nézzük a kérdést, nyugodtak lehetünk, hogy az előadó úgyis vigyáz arra, hogy higiénikus szempontból kifogás ne legyen és ha ezek után a vizet a közönség az ízérzéstől vezetve ihatónak minősítette, akkor minden további nélkül ihatónak lehet minősíteni.

PÁTER JÁNOS válasza a hozzászólásokra

Csajághy Gábor hozzászólásával kapcsolatban helyesli, hogy az egyes ízérzésfokozatokat az egyenértékűsülyekkel is összekapcsolják, mert ezeknek a vegyületeknek az ozmikus viselkedése más a szövetre és a sejtekre. Nyilvánvaló, hogy igen helyes irányba terelhetik ezzel a vizsgálatok folytatását.

Papp Szilárd hozzászólására válaszolva előre kell bocsátania, hogy ő víz-higiénikus és higiénikus-orvos, ezért elsősorban a higiéniai szempontok alapján igyekszik véleményezni.

Az egész kezdeményezést a gyakorlati higiénikus számára igyekezett hasznosítani, mert nem tudott belenyugodni, hogy a vasúti kutaknál, ahol egyáltalán nincs trágyagödör a közelben, azt írják ki, hogy nem iható, mert klorid van benne.

Nem tud egyetérteni *Papp Szilárdnak* a hidrogeológiai tájegységekkel kapcsolatban mondott véleményével. Kútjaink mélysége ugyanis átlagosan 6—8 méter, de nemcsak 6—8 méter mélységben, hanem a talaj felszíne körül is vannak tellurikus eredetű üledékek. Különben is nagy műhiba lenne ha a víz meghatározására megadott tíz alkatrész közül egy alkatrész alapján ítélné el a vizet. A vasuti kutak vizének vizsgálatánál a helyszíni adottságok feljegyzését pályamesterek orvos közbenjöttével végzik, amelyeket összehasonlítanak a szennyjelző tényezők értékeivel, megnézik az oxigénfogyasztást, a nitrátot, az ammoniát, szulfátot és ha a legcsekélyebb gyanú is van szerves szennyeződésre, nem adnak ennek alapján jó véleményt.

Nem az a célja, hogy a szabványok értékeit lebecsülje, — és itt *Bolberitz Károlynak* is válaszol. A szabványra szükség van. Szükség van a módszerek szabványosítására, de véleményt szabványosítani nem lehet. Azonban helyes vélemény megalkotásánál feltétlenül figyelembe kell venni a szabvány előírásait.

Mosonyi Emil kérdése az egyéni íz-érzékenységre vonatkozott. Itt igen nagy különbségek lehetnek. Ezer és ezer adatfelvétel vezette rá arra, hogy ezzel számolni kell. De az ízérzés vizsgálatainak nem az a célja, hogy minden vizet megkóstoltasson, hanem hogy a fiziológiai küszöbértékeket túrhatóvá tegye, vagy a túrhatósági értékeket nagyjából megközelítse, és olyan esetekben, amikor a túrhatósági skálán belül komoly bakteriológiai kifogás a vízzel szemben nincs, akkor a vizet ihatónak minősítse. Ha pedig egy jó kutat, — azok akik isszák, — rossznak tartanak, akkor ez már egyéni ízérzés, és ennek alapján kezdi a vizsgálatot. Esetleg felvilágosítással, neveléssel próbálja rávenni őket arra, hogy ellenszenvüket legyőzzék.

Mosonyi Emil második kérdése az volt, hogy árt-e a kávé és más erősebb élvezeti cikk az ízérzésre. Árt és ha ezeket az ízvizsgálatokat csinálja, ő is tartózkodik az élvezeti cikkektől. Azok, akik az ízvizsgálatokat végzik, nem egy alkalommal való fogyasztásról adnak véleményt, hanem hosszú évek fogyasztási eredményeit összegezik.

Szabó Zoltán a bioindikátor kérdését vetette fel. Nagyon jó lenne valami bioindikátor, de sajnos ezt még keresni kell. Még a bakteriológiai indikátorok sincsenek tisztázva. Nagyon érdekes volna erre nézve is kísérleteket folytatni.

Az ízérzés nagyon bonyolult valami. Négy-, öt-, hatféle ízérzést különböztetünk meg és ezek az ízek kompenzálják egymást. De előadó nem a kvalitatív, hanem a kvantitatív ízérzésre ment. Pl. a só és a cukor összekeverése sokkal édesebbé teszi az ízérzést és ugyanez vonatkozik a többi ízre is.

Sarló Károly hozzászólására megjegyzi, hogy nemcsak a nitrátot, a kloridot, vagy az oxigénfogyasztást vizsgálta, hanem figyelembe vette a helyszíni adottságokat, mindenekelőtt pedig a bakteriológiai leletet, és ennek a három eredménynek az összevetéséből alkotott végleges véleményezést, sőt maga is meggyőződött a helyszínen, hogy tényleg rendben van-e minden.

SZEMPONTOK AZ IPARI SZENNYVIZEK VIZSGÁLATÁNÁL

LESENYEI JÓZSEF

Az ipari szennyvizek vizsgálata mindig valami céllal történik, ez a cél szabja meg a szennyvíz vizsgálatának irányát és módját. A vizsgálat célja lehet :

1. A szennyvízben lévő anyagok kinyerhetőségének megállapítása.
2. A szennyvíz mennyiségének csökkentése a víz újból való felhasználása, ill. körforgásban tartása, vagy más kevésbé vízigényes technológiai eljárás bevezetése révén.
3. A tisztítás szükséges mértékének megállapítása.

E célok elérése érdekében végrehajtott részletvizsgálat kisebb költséggel és idő ráfordítással oldható meg, mégis célszerű minden szempontra kiterjedő vizsgálatot végezni, mert ez általában csak csekély többletköltséget okoz, viszont eredményei igen nagyok lehetnek.

Hogy ennek a felfogásnak helyességét igazoljam, egy nagy ipari üzem korszerű szennyvíz-gazdálkodásának megoldását szeretném bemutatni.

Egy petróleumfinomító szennyvízmennyisége 130 m³/perc volt, a szennyvíz olaj mellett tartalmazott még szulfidokat, fenolokat és egyéb káros alkatrészeket. A befogadóul szolgáló állóvizet nagy mértékben elszennyezte, a halálet megszűnt, a tó vize minden célra használhatatlanná vált. — Hosszas vizsgálatok és tanulmányok után a gyártás technológiájában alkalmazott számos újítás, a hűtővizek forгатása, az egyes üzemszervek különleges szennyvizeinek az előállítás helyén történő kezelése, a savas és lúgos szennyvizeknek egymással történő semlegesítése és több más eljárás révén sikerült a szennyvíz-mennyiséget az eredetinek majdnem 15%-ára, azaz 19 m³/percre lecsökkenteni, és annak dacára, hogy a gyár kapacitása mintegy 70%-kal növekedett a tóba bevezetett szulfidok értéke 60%-kal, a fenolmennyiség 86%-kal csökkent. — Bár a szükséges átalakítások és új beruházások tetemes összeget emésztettek fel, a vállalat különböző anyagok visszanyerése és a vízszükséglet csökkentése révén megtakarítást ért el, a tó vizét pedig újra alkalmassá tette a különböző felhasználások számára.

Ez a példa kellően jellemzi a minden szempontból való szennyvízvizsgálat előnyeit a részvizsgálattal szemben, mert részvizsgálatokkal ilyen átütő eredményt nem lehetett volna elérni.

A mondottak ellenére a bevezetőben felsorolt három szempont szerint kívánom tárgyalni az ipari szennyvizek vizsgálatát, mert a vizsgálatok által elért gazdasági eredmények így domborodnak ki jobban.

Az ipari szennyvízből kinyerhető anyagok általában vagy nyersanyag, fél- vagy készgyártmány ill. a technológiai folyamat során előálló melléktermék. Ezek lehetnek ásványi vagy szerves anyagok.

Az ásványi anyagok visszanyerésére jellemző példa egy hazai fullerföldet feldolgozó üzem tervezett szennyvízkezelése. Az eljárás során a savas szennyvízzel éppen a legfinomabb szemcsenagyságú, legértékesebb rész távozott. A feladat a szennyvíz semlegesítése és a fullerföld visszanyerése volt. A megszokott eljárás a semlegesítés utáni ülepítés lett volna, így a semlegesített víz ülepítése részére nem kellett volna saválló építőanyagot használni. Kiderült azonban hogy a semlegesítés következtében a sósav által feloldott fémek hidroxid alakjában kiváltak és az ásványi anyag leülepedése nem volt lehetséges, ill. a leülepedett anyagot erősen elszennyezte volna. Ezért az ülepítést savas közegben kellett végrehajtani, a csekély sósavtartalmú vizet pedig a nagy hidrokarbonát tartalmú bővízű vízfolyásba ennek puffer-hatására támaszkodva semlegesítés nélkül lehetett bevezetni.

Számos példát lehet a textil- és papíriparból felsorolni, hogy megfelelő szál-, ill. pép, vagy rostfogóval hány %-kal lehet növelni a kitermelést. Példaképpen álljon itt egy hazai kartonlemezugyárunk esete, melynek havi 420 000 m³ szennyvíz mennyiségével 270 000 kg cellulóze-rost távozott. Megfelelő ülepítő berendezéssel a rostvesztesség kb. 80%-kal csökkenthető lesz, ami 2.5 millió kilogramm rost visszanyerését jelenti.

Ugyancsak a textiliparban a gyapjúmosásnál fellépő mosóvizek gyapjúszír kitermelése kecsegtet nagy eredménnyel.

A széniparban, generátor-üzemekben előálló gázvíz, mosóvíz fenoltartalma 10—15 gr/l. Erről a Hidrológiai Társaságban már sok szó esett, most csak egy körülményről akarok beszámolni. A Német Demokratikus Köztársaságban két nagyméretű berendezés — próbagyár — van üzemben, mely a fenolt a gázvizekből egy menetben 99.6%-ig kivonja. Az eljárás a Wofatit adszorpciós hatásán alapszik, a Wofatit ugyanis súlyának megfelelő 7%-nyi fenolt köt le. A Wofatit metanollal extrahálható, sósavval regenerálható. — Az eddig legjobbnak elismert fenoszolvános eljárást határfokban ez az új módszer lényegesen felülmúlja. Ajánlatos lenne, ha a megfelelő kutatóintézetünk a Wofatitos fenolkinyeréssel foglalkozna.

A gyártásmenet során fellépő melléktermékek, melyek kezdeti fázisban hulladékként jelentkeznek, a véletlen vagy rendszeres kutatómunka eredményeként igen fontos ipari nyers- vagy segédanyaggá válnak. Ezekből néhányat felsorolok.

A fémek maratásánál fellépő és sok kellemetlenséget okozó savas és fém-sókat tartalmazó pácvicekből a fémsók eltávolíthatók és értékesíthetők, az eltá-

vozó savmennyiség kinyerhető és a maratásnál újra felhasználható. Ez különösen a színes fémek esetében nagyjelentőségű. A viszkozagyártásnál fellépő savas szennyvizet általában semlegesítik és így a savmennyiség veszendőbe megy. A Plauenben (NDK) lévő üzem berendezkedett ezen kénsavmennyiség visszanyerésére. Az eljárás érdekes és újszerű.

A napi 10 000 m³ szennyvíz, 43 tonna nátriumszulfátot és 6.5 tonna szabad szénsavat vezet a befogadoul szolgáló Weisse Elsterbe. A befogadó terhelésének csökkentésére és a szűk keresztmetszetet képviselő kénsav és szulfátok visszanyerésére a szennyvízben lévő szulfát-iont bárium-vegyületekkel lecsapják és ugyanakkor szénport is adagolnak a vízbe. A bárium-szulfátot és szénport együttesen kiülepítik, szűrőprésen víztelenítik, dobkemencében a szén hatására a bárium-szulfátot bárium-szulfiddá redukálják, ezt részben sósavval, részben vízgőzzel megbontják; a keletkező kénhidrogént Clauss-kemencében elégetik, a kéndioxidgázt a kontakteljárás révén kéntrioxiddá oxidálják és vízzel elnyelve kénsavat nyernek. A bárium-szulfid megbontása során visszamaradó báriumvegyületeket az üzemben újra felhasználják. Az eljárás révén napi 35 tonna kénsav volt visszanyerhető.

A mezőgazdaság és élelmiszeripar is számos példát szolgáltat a szennyvíz anyagainak értékesíthetőségére.

A szeszgyári moslék besűrítve vagy beszárítva igen kiváló állati takarmány, úgy ez, mint a kukoricakeményítő-gyártásnál fellépő és vacuumban besűrített gyümölcsvíz, a tengeri-lekvár kiváló alapanyag antibiotikumok, mint penicillin, sztreptomycin és aureomicin készítésére. A szeszgyári moslék ezenkívül riboflavinra és B₁₂-re is feldolgozható.

Tejüzemek igen kellemetlen, gyorsan bomló szennyvizeinek kezelése helyett egyre inkább rátérnek a melléktermékek, a savó és író teljes feldolgozására és így az üzem gazdaságosabbá tételével párhuzamosan megoldódik a szennyvízkérdés is.

A vágóhídi és állati hullákat feldolgozó üzemek szennyvizeinek igen nagy szennyezettsége nagyobb gondosság és a melléktermékek, mint vér, zsír stb. teljes visszatartása és feldolgozása mellett lényegesen csökkenthető. Különösen az állati hullák feldolgozásánál hazánkban úgy közegészségügyi, mint népgazdasági szempontból igen erősen kifogásolható viszonyok vannak. Remélhetőleg korszerű eljárások bevezetésével elérhető lesz, hogy a szennyvíztermelés teljes megszüntetése mellett a végtermékként jelentkező nagy emészthető fehérjetartalmú húsliszt, és szappanfőzésre igen alkalmas zsír mennyisége megnövekszik és minősége megjavul.

A szennyvíznek újból való felhasználása esetenként már régen ismeretes. Hűtővíznek kellő hűtés után történő újra felhasználása közismert. Csekély mértékben, főleg mechanikailag szennyezett vizek ülepités utáni újbóli alkalmazása pl. a cukorgyári úsztató és mosóvizeknél, a kohógáz portalanításánál, hengersonok hűtésénél, salakgranulálásnál, szénmosásnál, szénfajtázásnál,

nedves salak kezelésénél és sok más üzemben szokásos. Figyelembe kell venni azonban, hogy ezek az üzemben forgatott vizek oldott anyagban feldúsulnak és általában időszakonként egy részüket tiszta vízzel kell pótolni.

Sikerült azonban pl. a cukorgyári vizeket, nemcsak az úsztató- és mosóvizet, hanem a diffúziós és szeletprés-vizet egy egész üzem alatt forgatni anélkül, hogy egy részét is friss vízzel pótolták volna. Ez azonban csak különleges feltételek mellett lehetséges, pl. a víznek nem szabad 80 C° alá hűlnie, nem szabad tárolni, stb.

A kohógáz-mosásnál fellépő szennyvíz látszólag kizárólag mechanikai szennyezettségű. Azt lehetne hinni, hogy forgathatósága korlátlan. A szállópor azonban a felhasznált érc minőségétől függően több-kevesebb káliumkarbonátot tartalmaz és ez a mosóvíz fajsúlyát bizonyos idő múlva annyira emelheti, hogy a szállópor nem ülepszik ki. Ilyen esetben a víz egy része, pl. hetenként elengedhető vagy káliumkarbonátra feldolgozható.

A szennyvíz esetleg nem ugyanarra a célra, tehát nem forgatással, hanem más célra is felhasználható. A szakirodalom megemlékezik számos olyan esetről, mikor a mechanikailag, biológiailag, esetleg kémiai megtisztított szennyvizet mozdonytáplálásra használják fel. Arra is van példa, hogy egy város megtisztított szennyvizét egy nagy vasmű ipari használati vizének alkalmazták. — Hazánkban most folynak a kísérletek, melyek hivatva vannak eldönteni, hogy a biológiailag megtisztított szennyvíz milyen feltételek mellett használható fel egy erőmű hűtővizéül.

Az ipari víz rendelkezésre álló csekély mennyisége, vagy a szennyvíz-eltávolítás nehézségei egyes esetekben hozzájárultak ahhoz, hogy a gyártásmenet átalakításával kevésbé vízigényes technológiai eljárásra tértek rá. Példáknak megint a cukoriparból meríthetjük, állításunkat a Pfeiffer—Bergreen, Steffens és más eljárások igazolják.

A hasznos anyagok kinyerése és a szennyvíz újból való felhasználásának érintése után elérkeztünk az ipari szennyvíztisztítás szükséges mértékének megállapításához. Ennek megítélésénél ismernünk kell a szennyvíz mennyiségét és minőségét. A vízfolyás hidrológiai adatait, oxigénháztartását, a folyóvíz szennyvízzel való előzetes terhelését, végül a szennyvíz beömlés alatti felhasználását.

Messzire vezetne ezen ismereteket célzó kutatások és vizsgálatok részletezése, csak néhány körülményre kívánok rámutatni. A szennyvíznek az élővízbe való bevezetésénél általában a szennyvíz biokémiai oxigénigénye, a folyó oldott oxigéntartalma és az oxigénfelvétel mértéke játsza a fő szerepet a hidrológiai adatok mellett. Ipari szennyvizek bevezethetőségének, ill. ipari vizek tisztítási fokának megállapításánál ezek az adatok nem elegendők, de sokszor nem is megfelelőek.

Így pl. a szennyvíz biokémiai oxigénigényének megállapítása révén kapott adatok sok esetben nem használhatók fel a szükséges számítások elvég-

zéséhez. Ha a szennyvíz toxikus anyagokat tartalmaz, a biokémiai oxigénigény értéke a szennyvíz nagy szerves szennyezettsége mellett 0 is lehet, mert a víz toxicitása megakadályozta mintánkban a biokémiai folyamatokat. Ez előfordulhat pl. erősen klórozott, nagy fenoltartalmú, vagy más mérgező hatású anyagok, pl. nehéz fémek sóinak jelenlétében. — Máskor nehezen, lassan lebontható szerves anyag jelenléte, mint pl. a szulfid-lúg, csekély biokémiai oxigénigény értéket eredményez az 5 napos vizsgálati idő alatt.

Előfordulhat az is, hogy a biokémiai oxigénigény igen csekély értéket mutat, a szennyvizet mégis behatóan meg kell tisztítani. Nagy ásványi hordalékosságú vizek nem engedhetők be a vízfolyásba iszappadok képződése miatt, stb.

Ezen sok bizonytalanság miatt kizárólagosan a biokémiai oxigénigény alapján történő szennyvíz megítélése nem vezethet teljes eredményhez. Feltétlenül szükséges minden körülmény alapos mérlegelése. Ha a számos összetevő eredőjeképpen mégis megállapíthattuk, hogy a szobanforgó szennyvizet pl. biológiailag tisztítani kellene, még akkor is az ipartelep technológiai folyamatainak tanulmányozása alapján igyekezni kell a szennyvíz mennyiségét és szennyezettségét csökkenteni, ill. kutatni milyen gazdaságosan értékesíthető anyag kinyerése révén lehetne a szennyvízmennyiségét és szennyezettségét csökkenteni. Ha az ilyen kutatás eredményes, úgy a szennyvíztisztítás költségei csökkennék, új értékesíthető anyaghoz jutunk, végül is és legfőképpen vízfolyásaink szennyezettsége csökken.

Csak az ilyen vizsgálat, mely minden kérdést felölel, lehet eredményes és csak az ilyen vizsgálat szolgálja a népgazdaság céljait és érdekeit.

A kongresszus javasolja tehát a Magyar Tudományos Akadémiának, hogy bízta meg a megfelelő kutatóintézetet az iparági szennyvízkutatással. Minden évben írja elő pl. négy iparág szennyvízproblémáinak kutatását. A kutatóintézet az iparági szakértőkkel közösen a szennyvíz mennyiségének csökkentését, a szennyvíz minőségének megjavítását a felhasználható anyagok kivonása révén, csekélyebb vízigényű és kisebb szennyezettségű szennyvíz előállítását célzó technológiai változások lehetőségének kidolgozását tegye vizsgálat tárgyává, végül tegyen javaslatot a szennyvíz korszerű és a szükségletnek megfelelő tisztítására.

HOZZÁSZÓLÁSOK

BESENYŐY ISTVÁN

A savas ipari szennyvizek tisztításával kapcsolatban sokszor igen kellemetlen és nehéz helyzetbe kerül a tervező. Megtervezi a savas ipari szennyvíz semlegesítésére a leggazdaságosabban működő semlegesítő berendezést, tehát eleget tesz a befogadó védelmét szolgáló követelményeknek. Ha azonban megvizsgálja a tökéletes semlegesítés után a befogadóba vezetett ipari szennyvíz által szállított oldott sók mennyiségét és azok hígítását a befogadók alacsony vagy legalacsonyabb vízállásai idején, a nagyobb ipartelepek szennyvizei esetleg 20—30 mg/literes, sőt ennél is nagyobb kalcium vagy magnézium sótartalom emelkedést okoznak a befogadóban. Ezek a sók szulfátok, nitrátok, kloridok és acetátok és úgy közvetlen, mint közvetett hatással veszélyeztetik a befogadót.

A közvetlen hatás az, hogy a megnövekedett sótartalom veszélyezteti a befogadó alsóbb szakaszain létesített vagy jövőben létesítendő ivó, — illetőleg ipari vízkivételező művek által szolgáltatott víz felhasználhatóságát.

A közvetett hatás pedig az, hogy a megnövekedett sótartalom veszélyezteti a befogadó életterében az öntisztulást biztosító élőlények összességének létfeltételeit.

Szükséges tehát legalább az előforduló fontosabb sók megengedhető legnagyobb koncentrációjának megállapítása ivóvízellátás, kazántápvíz-felhasználás és biológiai hatás szempontjából. Ezek a sók a következők volnának :

Kalciumszulfát	Magnéziumszulfát
« nitrát	« nitrát
« klorid	« klorid
« acetát	« acetát

és Nátriumklorid

Javasolja hogy bízzák meg a Haltenyésztési Kutató Intézetet a szóbanlevő normatívák kidolgozásával.

RETEZÁR ÁRPÁD

Hatalmas méretekben fejlődő iparunkkal egyidejűleg nem egy olyan régebbi ipartelepünket is meg kellett nagyobbítani, melynek vízzel való ellátása már a múltban is gondot okozott az üzem vezetőségének.

Egyik nagyobb vidéki városunk fejlődő iparának áramellátására új városi erőtelep épül. Mivel azonban a meglévő nyersvízhálózat az új erőtelep vízszükségletét nem tudja teljes mértékben kielégíteni, felvetődött az a gondolat, hogy a kiegészítő vízszükséglet fedezésére tervezett dunai távvezeték megépítésével egyidejűleg a városból elfolyó szennyvizet is tisztítsák meg annyira, hogy az együttes vízmennyiséggel az erőmű póthűtővíz szükségletét fedezni lehessen.

Tisztított városi szennyvizet ipari célokra Magyarországon eddig nem használtak fel. Ezért elmondottakkal csupán arra kívánt rámutatni, hogy kritikus esetekben sokszor egészen különleges utakat kell választani egy kérdés megoldására.

FINÁLY LAJOS

A szennyvíz levezetése terén az ipari üzemekkel kapcsolatban sok belső probléma adódik magában az üzemben, de ugyanannyi probléma adódik az üzem vízellátásával kapcsolatban is. Ezért javasolja, mutasson rá a Kongresszus határozatai között arra, hogy az ipari üzemeknél a vízgazdálkodás gondosabb intézésével és ellenőrzésével egy-egy felelős személyt bízzanak meg, aki még az ipari üzem vezetőségének ellenzésével szemben is és a vezetőség befolyásolásától mentesen tudja érvényre juttatni a helyes szempontokat.

Rendkívül fontos az ipari szennyvíztisztító berendezéseknek helyes üzemeltetése is, mert csak helyes üzemeltetés esetén lehet javításra, tökéletesítésre, olcsóbbá tételre stb. gondolni.

A befogadó öntisztító képességét megfelelő szisztematikus komoly munkával módosítani és javítani lehetne. Érdekes példák szűrhetők le a Szovjetunióban végzett nagyarányú kísérletekből, ahol egyes élővizeknek egész jellegét meg lehetett változtatni azzal, hogy megfelelő halfajtákat telepítettek be.

SZABÓ ZOLTÁN

Az előadásban az ipari szennyvíz tisztításával kapcsolatban számos szerteágazó téma volt. Jogosan feltehető a kérdés, hogy az ipari szennyvíztisztítás terén tudnánk-e normákat felállítani.

A továbbiakban javasolja, hogy a Magyar Tudományos Akadémia megalkuló szennyvíz-szakbizottsága foglalkozzék az ipari szennyvíztisztítás tudományos jelentőségű kérdéseivel, ezáltal bizonyos mértékig fontossági sorrendet megállapítva koordinálni tudja az egyes tudományos kutatóintézetek vonatkozó munkásságát.

Kívánatosnak tartja, hogy a Tudományos Akadémia mielőbb szorgalmazza a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet teljes erejű munkába állítását, hogy az ipari és mezőgazdasági vízháztartás és vízellátás biztosítására természetes vizeink vizsgálata mielőbb végrehajtható legyen.

DONÁSZY ERNŐ

A vízjelzőszolgálat csak a vízállásra, vízhozamra és esetleg a víz hőmérsékletére terjed ki. Nagyméretű iparosodásunk azonban szükségessé teszi, a kémiai és biológiai jelzőszolgálat fokozatos kiépítését. A meteorológiai és hidrológiai jelzőállomásokhoz hasonlóan működjenek vízminőségi jelzőállomások is. Ezek az állomásokon naponta (esetleg többször is) rendszeres vízmintavételt és analízist végeznének. A vizsgálat terjedjen ki a szennyező anyagokra, az oldott oxigéntartalomra, a biokémiai oxigén-igény megállapítására. A jelzőállomások az eredményt naponta jelentsék a Haltenyésztési Kutató Intézetnek, melynek feladatai közé tartozik hazai vizeink minőségének védelme. A vízminőség jelzőszolgálatallal állandóan figyelemmel tudnánk kísérni a legfontosabb vízfolyásokat, melyek ipari szennyvizeinkkel állandóan fertőződnek.

Feladatunk :

1. Azoknak a vízfolyásoknak megállapítása, melyek a vízminőség jelzőszolgálat kiépítése szempontjából elsősorban fontosak. Itt elsősorban a Soroksári Dunaág jön szóba.
2. A módszer, technika, szervezés kérdésének kidolgozása.

HERÉDY LÁSZLÓ

Az ipari szennyvizek problémájával kapcsolatban a Nehézvegyipari Kutató Intézet (Veszprém) szénfeldolgozó üzemekben keletkező fenoltartalmú gázvizek feldolgozásával foglalkozott. Kutató munkájuk során céljuk a gázvizek fenoltartalmának kinyerése volt, és nem a gázvíz teljes tisztítása. A munka során természetesen annak vizsgálatával is foglalkoztak, hogy különböző fenoltalanítási eljárások alkalmazásakor a fenolkinyerő berendezésből távozó gázvíz milyen szennyezéseket tartalmaz.

A gázvízzel távozó értékes nyersanyagok közül elsősorban az egy- és kétértékű fenolok kinyerését kell megoldani. Jelenleg kb. évi 2—3000 to. egyértékű és több mint 1000 tonna kétértékű fenolt veszítünk el és ez a mennyiség szénfeldolgozó iparunk hatalmas arányú fejlettsége következtében rohamosan növekszik. Ezt a hatalmas mennyiségű nyersanyagot feltétlenül meg kell mentenünk népgazdaságunk számára.

A fenolkinyerési eljárások bevezetése emellett természetesen azért is igen fontos, mert a fenolok kinyerésével egyben a gázvíz legkárosabb szennyező alkatrészeit is eltávolítjuk.

Szeretne azonban néhány példával arra rámutatni, hogy a fenolkinyerő berendezésből távozó gázvíz még igen sok szennyezést tartalmaz és ezért — elsősorban a fiatal barnaszenekekből keletkező hazai gázvizek esetében — a fenolkinyerés csupán lényegesen megkönnyíti, de nem oldja meg teljesen a szennyvíz hatástalanításának problémáját.

Vizsgáljuk meg ebből a szempontból két gázvízfeldolgozási eljárását: a *fenoszolván* eljárást és kisebb generátortelepek számára az Intézetben kidolgozott *desztillációs* gázvízfeldolgozó eljárást.

A legmodernebb gázvíz-fenoltalanító eljárás, a *fenoszolván* eljárás segítségével a gázvízben levő egyértékű fenoloknak kb. 99%-a eltávolítható. A megmaradó mennyiség olyan kicsiny, hogy városi szennyvízzel hígítva biológiai oxidációval megsemmisíthető lenne. Sajnos azonban a hazai barnaszenekekből keletkező gázvizeink egyértékű fenolok mellett nagymennyiségű kétértékű fenolt, illó ammóniát és ammónium-só formájában kötött zsírsavat is tartalmaznak többek között. Ezek közül a szennyezések közül a kétértékű fenolnak csak kb. 80—90%-a távolítható el a *fenoszolván* eljárással. Az extrakciós üzemből a zsírsavas ammóniumsók gyakorlatilag teljesen visszamaradnak az illó ammóniumsókból, elsősorban az ammóniumkarbonátból pedig szabad ammónia keletkezik. Az extrakciós berendezésből távozó vizes oldatban visszamaradó fenti szennyezések hatástalanítása tehát komoly problémát jelent és abban az esetben, ha a gázvizet teljesen hatástalanítani kívánjuk, ezeknek a szennyezéseknek eltávolításáról vagy megsemmisítéséről is gondoskodni kell. Ezeknek a szennyezéseknek biológiai oxidációval való megsemmisítése igen nehéz feladat, mert a kétértékű fenolok és az ammónia biológiai oxidációval igen nehezen oxidálhatók, a szabad ammónia pedig ezenfelül megzavarja a szennyvíztisztító telep működését.

Kiseb generátortelepeken semmiképpen sem lenne gazdaságos a viszonylag bonyolult *fenoszolván* eljárás megvalósítása, ezért az Intézet új eljárást dolgozott ki, melynek segítségével a vízgőzzel illó egyértékű fenolokat *desztillációval* nyerik ki a gázvízből. Ez az eljárás azzal az előnnyel jár, hogy egyben az illó ammóniumvegyületeket is tökéletesen eltávolítja. Hátránya, hogy a kétértékű fenolok ilyen körülmények között teljesen a berendezésből távozó vizes oldatban maradnak. A kétértékű fenolok mennyiségét tájékoztató kísér-

letek alapján az oldat mésszel való meglúgosításával és a lúgos oldat levegővel való oxidálásával lehet csökkenteni.

A gázvizek teljes hatástalanítását azonban egyik bevezetendő gázvíz-feldolgozó eljárás sem oldja meg, csupán a szennyezettséget csökkenti nagy mértékben.

Ha a biológiai oxidáció magvalósítása nagy nehézségekbe ütköznék, akkor a teljes hatástalanítás — kétségtelenül nagy gőzfogyasztással járó — radikális módszerrel oldható meg úgy, hogy a desztillációs gázvízfeldolgozó eljárást alkalmazzák és a desztillációs berendezésből távozó maradékokat többlépcsős bepárolóban besűrítik, a nem illó visszamaradó szennyezéseket pedig eltüzelik. Természetesen arra is mód van, hogy előzetesen a sűrítmény értékes anyagait, elsősorban a pirokatechint kinyerik, a Chinoin-gyár eljárásához hasonló módon.

Az Intézet jelenleg foglalkozik az egy- és kétértékű fenolok spektrofotometrással való meghatározásának kidolgozásával, és ezzel igen gyors és pontos módszer fog rendelkezésre állni a szennyvizekben kis koncentrációban jelentkező fenolok mennyiségének meghatározására. Igen fontos továbbá az is, hogy a gázvíz egyes szennyezéseinek biológiai oxigénfogyasztási értékét meghatározzuk, hogy ezzel a biológiai oxidációval való megsemmisítéssel kapcsolatos kutatómunka megfelelő alátámasztást kapjon.

BOLBERITZ KÁROLY

Az ipari szennyvizek nagy volumenjét tekintve, az ezeket tisztító berendezéseknek megbízható üzemeltetését nem lehet másként elképzelni, csak úgy, ha automatizálva vannak. Ezért javasolja, hogy ne csak a tisztítási módszerekkel foglalkozzunk, hanem azokkal a készülékekkel és berendezésekkel is, amelyek az önműködő szennyvíztisztító berendezéseknek a működését is lehetővé fogják tenni.

RAKSÁNYI ÁRPÁD

Az ipari szennyvizek veszélye közegészségügyi szempontból kétféle. Az egyik az, hogy az ipari szennyvizek már elvezetésükkor ártanak, a másik az, hogy a befogadó használhatósága pl. öntözés, állattartás, halászat, horgászat, csónakázás, mosás, főzés, mosogatás, fürdés, ivóvízellátás céljára csökken. Ennek főoka az, hogy az ipari szennyvizeknek közvetlen gazdái nincsenek. Amikor elég jó ipari szennyvíztisztító berendezéseket látunk, akkor magában az iparüzemben nincs senki, aki ezt a működést figyelemmel kísérené. Ezért rendkívül fontos az a terv, hogy az egyes ipari üzemeknél vízügyi felelős legyen, aki a legnagyobb mértékben foglalkozzék az üzem szennyvízkezelésével, a hiányokra rámutasson, hogy azután így a felsőbb hatóságok a megfelelő intézkedéseket megtehessek.

LESENYEI JÓZSEF válasza a hozzászólásokra

Besenyői István, Szabó Zoltán és Donászy Ernő javaslatával egyetért, *Herédy László* hozzászólásából pedig kitűnik, hogy milyen nagyjelentőségű, ha különböző kutatóintézetek és tervező vállalatok együtt dolgoznak. Reméli, hogy ebből az együttes munkából jó eredményeket fogunk elérni.

Retezár Árpád hozzászólásában az új erőművek vízellátásával kapcsolatos szennyvíztisztítással foglalkozott. A csapadékképzéssel való szennyvíztisztítás főleg a lebegő kolloid-anyag eltávolítására alkalmas, és nagyon kíváncsiak vagyunk, hogy az oldott szerves anyagok eltávolításában milyen eredményeket sikerül elérni. *Finály Lajos* hozzászólásában említette, hogy a folyamok önmérsztésének javítását különböző új vagy másfajta halfajták betelepítésével sikerült megnövelni. Ez nagyon érdekes. Sajnálatos, hogy erről részletesebben nem beszélt.

Bolberitz Károly a szennyvíz kezelő berendezések automatizálásáról szólt. A berendezések automatizálását nem lenne célszerű túlzásba vinni. Nem lehet olyan automatizálást csinálni, hogy az magától menjen, ha egy fázisnál valami elromlik, akkor az egész berendezés kikapcsolódik a munkából, és a szennyvíz tisztátalanul megy a folyóba. Helyes az a megoldás, hogy legyenek vízfelelősök, akik úgy a használati vízzel, mint pedig a szennyvízzel foglalkozzanak, és ezért teljes mértékben felelősek legyenek. Ennek a feladatkörnek kiépítése elsőrendű fontossággal bír.

A MOLDVA VIZÉNEK MINŐSÉGE PRÁGÁBAN ÉS A MINŐSÉGET BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

DR. ING. J. BULÍČEK

(Vízgyógyászati Kutatóintézet Prága)

A vízgyógyászati mérlegeket mindezekig egyszerűen csak a víztömeg számszerű kiértékelésével készítették. A vízminőség eddig nem szerepelt tényezőként, vele a vízgyógyászati tervekben rendszerint csak egyszerű kémiai, biológiai, és bakteriológiai elemzések formájában találkozunk, melyeket rendszerint tovább ki sem értékelték. A vízminőségi mérleg bizonyos hiányossága és számos változékony alkateleme az oka annak, hogy eddig nagyobb mértékben nem készítették.

Azok a mérlegek, melyek a vízmennyiséget értékelik ki, határozott, matematikailag világosan kifejezhető nagyságokkal dolgoznak, bár a párolgás, beszivárgás és a növények szükségletét fedező vízelvonás befolyásolja is őket. Az utóbb említett tényezők vagy csak parányi töredékét képezik a vízfolyásokban mért víztömegeknek, vagy pedig ezeknek olyan részét alkotják, amelyek matematikailag minden nagyobb nehézség nélkül kifejezhetők. A vízmérleg állandó volta a mai vízgyógyászati terveknek egyik jellemzője.

Jelenleg ezeknek a terveknek az elmélyítése is a vízminőség kiértékelésével kezdődik. Világos, hogy az ilyen mérlegkészítés nagy nehézségekbe ütközik, és pedig olyan okból kifolyólag, amelyek közül a leglényegesebbeket az alábbiakban soroljuk fel:

I. Szembeállítjuk a minőség nehezen keresztülvihető meghatározását a vízhozam — közvetlenül quantográfok, sőt integrációs quantográfok segítségével történő — meghatározásával, amelyek aránylag könnyen lehetővé teszik bármely pillanatnyi vízhozam, vagy akár napi, havi és évi összegek megállapítását is. A vízminőség meghatározására csak kivételesen állnak olyan berendezések rendelkezésre, amelyek a vízben bizonyos megállapításokat folyamatosan tudnak feljegyezni (pH-gráfok, oxigéngráfok, a víz sótartalmát jelző készülékek, konduktográfok, klorográfok, stb.). Bizonyos adott meghatározások keresztülviteléhez rendszerint bonyolult berendezésekre és hosszabb időtartamra van szükség. A meghatározásokat némelykor — többnyire pontról-pontra — a mintavételeknél végzik. Az összetöltögetett vízmintákból előálló elegy megközelítően sem kielégítő. Az összetöltögetett vízmintákat önműködően vevő készülékek aránylag költségesek.

2. A vízminőséget nem egyetlen meghatározás jellemzi, hanem ehhez meghatározások egész sorozatára van szükség és csak ezek összesítése ad tiszta képet; ennek következtében el lehet mondani, hogy — a technika mai állása mellett — egy tökéletes vízelemzés keresztülviteléhez 8—16 munkaórára van szükség.

3. A felsorolt nehézségek az okai annak, hogy a vízszennyeződést gyakorlatilag csak bizonyos megállapítások alapján — amilyenek például a szárazanyag, az iszaptartalom és a bepárlási maradék meghatározása — ítélik meg, vagy szerves alkatrészekből, továbbá oxigéntartalmából, ötnapi oxigénigényéből, a mangán- és jódszámból, a fenoltartalomból és így tovább.

4. A mintavétel módja, helye és ideje lényeges mértékben döntő tényezői a meghatározás eredményének.

5. A szennyeződések leülepednek a vízfolyásokban, újra felörvénylenek vagy szétszóródnak, összekeverednek vagy összetömörülnek és végül még másodlagos szennyeződést is idéznek elő. A vízfolyásokban, duzzasztómedencékben és völgyzárógátak mögött még hatalmas iszappadokat is alkotnak. Máskor megint elemésztik ezeket a szennyeződések az organizmusok erős működése, és mindezeket a jelenségeket nagyon nehéz matematikailag rögzíteni.

A legerősebb ülepedés rendszerint alacsony vízállásoknál megy végbe, míg magas vízállásnál nemcsak a fenéken hosszabb idő óta leülepedett hordalékot görgeti magával az ár, hanem még a föld felszínéről is nagyobb szennyező anyagot mos a folyóba.

6. A vizet szennyező uszadékok nagyjából a következő anyagokból tevődnek össze:

- a) a forrásvidékről,
- b) olyan szennyeződésekéből, amelyeket a csapadékok sodortak be a partokról,
- c) a lakosság hulladéktermékeiből (szennyvizek),
- d) üzemi hulladékokból,
- e) a mezőgazdaság veszendőbement termékeiből,
- f) a levegő szennyeződéseiből, amelyeket a szél hordott oda vagy amelyeket a csapadékok ragadtak magukkal a levegőből (hamu, korom, lomb, por).

Az előbb felsorolt tényezők összege adja csak meg a szennyeződés végeredményét és ezért magától értetődő, hogy ez az összeg erősen befolyásolható érték, amely úgy az időjárási viszonyok, mint a mérlegelt vízfolyás vízgyűjtőterületének adottságai által okozott szabálytalan ingadozásoknak van alávetve.

7. Az élet a vízben, ennek kifejlődése és elmúlása, olyan döntő tényező, amely a vízminőségi mérleget befolyásolja.

A vízminőség kiértékelésére vonatkozó kísérletnek konkrét példája a Prága fővároson átfolyó Moldva folyó alábbi mérlege. Prága fővárosnak nagy érdeke a folyó vízminősége, nemcsak a város általános egészségügyi viszonyainak szempont-

jából, hanem főképpen azért, mert a Moldva vize szolgáltatja a lakosság ivóvizét. A kiértékelést csupán a szárazanyagra végezték el, amely kielégítően jellemzi azt a szennyeződést, melyet főképpen a cellulóze- és papírgyárak szennyvizei okoznak.

A Moldva folyó vizének minősége Prágában fokozatosan annyira leromlott, hogy ezt a vizet csak nagy nehézségek és jelentős költségek árán lehet úgy előkészíteni, hogy a megtisztított víz minden tekintetben megfeleljen az ivóvíznormák követelményeinek. A vízben különösen a szerves anyagok vannak túlsúlyban, úgyhogy a megtisztított vízben jelenleg a mangánszám a megengedett érték többszörösét éri el. A Moldva vizének ötnapos biokémiai oxigénigénye Podolfban 0,2—9,4 O₂ mg/l között ingadozik, és ezért gyakran előfordul, hogy még meglehetősen szennyezett vizet tisztításra előkészíteni. Ez a tény is oka annak, amiért siettetni igyekeznek a helyzet megjavítását. A Moldva-víz állandón romló minőségének bizonyítékát mutatja be az alábbi I. számú táblázat.

I. TÁBLÁZAT

A Moldva vizének minősége

(Schulz professzor 1914. évi, dr. Hamáczková 1927. évi, dr. Madera 1929. évi és A. Novák 1947—1949. évi elemzése alapján)*

Prága fölött

Meghatározás	(Schulz prof.) Közép- érték 1914**	A középérték 1927—1949 közt -ról -ra emelkedett	Minimális	Maximális	Rosszabbodás %-ban	
			lelet		1927. évtől 1949-ig	1914. évtől 1949-ig
5 napi biokémiai oxigén- igény O ₂ mg/l.....	1,1	3,7—4,7	0,2	9,4	27	325
Ammóniához kötött nitro- gén mg/l.....	0,0	0,19—0,2	0,0	0,66	5	—
Nitráthoz kötött nitrogén mg/l.....	0,8	2,9—2,95	0,2	7,6	2	270
Klór mg/l.....	6,1	8,0—16,5	4,3	27,2	106	154
Izzap mg/l.....	10,0	18,4—18,9	0,0	105	8	89

Prága alatt

5 napi biokémiai oxigén- igény O ₂ mg/l.....	2,4	5,3—8,3	0,3	23,3	56	247
Ammóniához kötött nitro- gén mg/l.....	0,48	0,41—0,6	0,12	1,24	46	25
Nitráthoz kötött nitrogén mg/l.....	0,8	2,93—3,25	0,1	6,90	11	305
Klór mg/l.....	7,6	9,66—20,5	5,5	29,0	114	172
Izzap mg/l.....	35	22,2—42,8	2,0	67,0	92	22

* Lásd : Schulz : O čistote a chemickém složení vod v království Českm-1950. (A cseh-országi vizek tisztaságáról és összetételéről.) (Kereskedelem- és Iparkamarát Támogató Intézet Közleményei, Prága — 31. sz.)

** Vysehradi szikla alatt, kb. 500 m-rel a Podoli-i vízmű alatt.

Ha összehasonlítjuk az adatokat, láthatjuk, hogy az utolsó húszéves időszakban mindenütt a vízminőség lényeges rosszabbodása észlelhető. Az 1914. év elemzéseivel való összehasonlításnál ez a rosszabbodás még szembeszökőbb; eszerint az elmúlt 35 év alatt a vízminőség némelyik meghatározásnál többszörösen rosszabbodott, és pedig nemcsak Prága fölött, hanem Prága alatt is. (Prága lakosainak száma ebben az időszakban csak egyharmadával emelkedett. 1915-ben 640 ezer és 1949-ben 930 ezer lakosa volt.)

A Moldva folyó teljes hosszában — a folyó vizének minősége szempontjából — a következő szakaszokat lehet megkülönböztetni:

1. A forrásvidéktől Loučovice-ig; ennek a szakasznak az I.—II. tisztasági osztályba tartozó minőségi forrásvize van.

2. A Loučovice — Budejovice szakasz, amely szélsőséges — főleg a cellulóze- és papírgyárakból, valamint Budejovice városából eredő — szennyeződésnek van kitéve. Ennek a szakasznak a vize a legszennyezettebb a teljes folyamhosszban és a legrosszabb minőségű vízzel állunk szemben, amely az állam területén előfordul.

3. A Budejovicétől Prágáig tartó szakasz vizének minősége fokozatosan javul, és pedig a poliszaprób víztől (V.—VI. tisztaságosztály), a β mezoszaprób vízig (III. tisztaságosztály), tehát olyan minőségig emelkedik, melyet minimumként minden egyes vízfolyásnál el kellene érni. Ebből kitűnik, hogy ezen a kb. 190 km hosszú, 2 kisebb duzzasztómedencéjű szakaszon igen jelentős öntisztulási folyamat megy végbe, és ennek dacára, a Prága—Podolf-i vízműnél nagy költséggel kell a vizet előkészíteni.

4. A Prága alatti szennyvíztisztító teleptől az Elbába történő betorkolásig tartó rész is olyan folyószakasz, amelyben a IV.—V. tisztaságosztályból a III.-ba átmenő öntisztulási folyamat megy végbe.

A Moldva vízminőségét a legnagyobb mértékben befolyásolják az üzemi szennyvizek, melyek közül elsősorban a cellulóze- és papírgyárak, a vegyipar és — idényük időszaka alatt — még az élelmiszeripar keményítő- és szeszgyárainak szennyvizét kell megemlíteni.

Az alább következő *II. táblázat* annak az összehasonlításnak a lehetővé tétele végett iktatjuk be, hogy mennyivel károsabbak papírgyárak szulfitlúgai és szennyvizei, mint a városi szennyvizek. Láthatók azok a nagy eltérések, amelyek az összetételben és a kilúgozás okozta minőségi kifogások számának megnövekedésében jelentkeznek.

A szulfitlúgok — a városi szennyvizeknél százszorosan nagyobb szárazanyagtartamuk miatt — különösképpen károsak hőmérsékletük, savanyúságuk és jelentős oxidálódási képességük miatt.

A Moldva területének van néhány olyan szennyezési forrása, amelyek a folyóvíz minőségében feltűnően jelentkeznek. Általánosságban a következő helyeket sorolhatjuk fel:

II. TÁBLÁZAT

Meghatározás	Városi szennyvizek	Szulfidúgok	Papírgyár szennyvíz
Hőmérséklet a kiengedésnél °C	5—20	75—95	mint a folyóvízé
pH	7	2—5	7
Szárazanyag mg/l	1260	110 000	1200
Szerves szárazanyag mg/l ...	730	94 000	275
Szervetlen szárazanyag mg/l ..	530	16 000	925
Ötnapi biokémiai oxigén-igény O ₂ mg/l	360	12 000	100
Kén mg/l	kis mennyiségek	10 300	kis mennyiségek

1. Két nagy papír-, cellulóze- és papírlemezgyártó üzem, amelyekből kb. 100 000 m³ szennyvíz folyik le naponta.

2. Budejovice városi és üzemi szennyvizei, amelyeknek tömege kb. 13 000 m³-t tesz ki naponta.

3. Pilzen városa és környéke, hatalmas iparával, valamint cellulóze- és papírgyáraival. Itt általában kb. 80 000 m³ szennyvíz folyik le naponta, amiből kb. 30 000 m³ esik a lakosságtól származó, 50 000 m³ pedig az ipari szennyvizekre.

Összefoglalva arra lehet számítani, hogy az említett nagy szennyezési források naponta kb. 25 vagon szárazanyagot tartalmazó szennyvíztömeget szállítanak a Moldvába.

A Moldova budejovicei szelvényében a folyóvíz aránya a szennyvizekhez átlag 23,7 : 1 ; a szárazanyaggal való terhelés kb. 2,0 kg/sec-ra rúg, és a lefolyó szennyvíz minden egyes m³-ére eső terhelés 62 g szárazanyag.

A Budejovice—Prága szakaszon a szennyvizek két, összesen 22,3 Ml m³ térfogatú duzzasztómedencén folynak át, melyekben a víz kb. 2,5 napig tartózkodik. Ebből kiviláglik, hogy ezekben a medencékben az öntisztulás nem tud kielégítő módon érvényesülni. Ezeknek a medencéknek a duzzasztási hossza 23 km, és a víz naponta átlag 9,2 km hosszúságú folyószakaszon folyik át.

Egy további többszázmillió m³ térfogatú medencében, melyet most építenek az előbb említett medencék fölött, a víz már 33 napig, a legközelebbi jövőben pedig a Moldova vize mindhárom medencében 35,5 napig fog tartózkodni. Az újonnan épülő duzzasztómedence 41 km hosszúságú árterületén, a medence teljes duzzasztása esetén, a víz átlag 1,2 km hosszúságú szakaszokon folyik át naponta. Nehezen megoldható feladat előre kiszámítani, hogyan fog ez a késedelem a szerves anyagok felbomlásában megnyilvánulni. A legkedvezőbb feltételek mellett (hőmérséklet, megfelelő mikrobiológiai fauna, stb.) feltehető, hogy a szennyeződést okozó könnyen bomló szerves anyagok nagyobb része még

a légrosszabb esetben is 20 nap alatt elbomlik. A medencében természetesen gyakorlatilag és átlagban csak 10 C° alatti hőmérséklettel lehet számolni.

Különös figyelmet érdemelnek a bomlási termékek, valamint a másodlagos szennyeződés, melyek nagyon kedvezőtlenül befolyásolják a víz minőségét, fertőzik a levegőt és főleg — korrózív tulajdonságaik által — erősen rongálhatják a viziműtárgyak építőanyagát.

Néhány év múlva — amikor a Prága és Budejovice között tervezett duzzasztómедence építése befejeződik — a víz ezekben a medencékben kb. 78—95 napig fog tartózkodni. (A Moldva közepes vízhozama Kamykban 89 m³/sec = 7,66 Mil. m³/nap). Ezért tehát számolni kell azzal, hogy a víz visszatartása a jelenlegi helyzettel szemben, — amikor a víz a Budejovice és Prága közötti 190 km hosszú szakaszon kb 3 nap alatt folyik át, — 26—32szeresre fog megnövekedni. Ennek a ténynek feltétlenül meg kell nyilvánulnia a folyó vizének jobb minőségében is.

Összefoglalásul azt lehet mondani, hogy a Moldvánál — a vízfolyás szerves anyagokkal való jelenlegi terhelése mellett, — megközelítően ugyanolyan helyzet áll elő, mint amilyent az Elba egy másik völgyzárógátjánál figyelhetünk meg. Ebbe a 9,1 Mil. m³ térfogatú tározóterbe átlag 9,86 m³/sec (= kb. 850 000 m³/nap) víz folyik be, amelyet naponta kb. 35 t cellulóze- és papírgyárakból származó szárazanyag szennyez. Ebben a tározóterben a víz kb. 10 napig tartózkodik. A medencében leülepedett anyagok azonban rothadnak és egészen 2 m-ig feltorlódó, rostanyagokból összetevődő iszappadok állnak elő. Bár a víz a felszínén aránylag vékony rétegben még tartalmaz kis mennyiségű oxigént, de már a víztükör alatt 1 m mélységben nincs oxigén és ezáltal sem halak, sem magasabbrendű szerves élőlények nincsenek. A víz tükre alatt nagy a szénsavtartalom és a lefolyó víz agresszív. Így nemkívánatos hatás várható a Moldvai völgyzárógátaknál is, ha a folyóba kellően nem tisztított szennyvizeket engednék be.

A Podoliban lévő Prágai Vízművek számára a vízmintavevő helyeken megállapították a Moldva vizének összetételét. Ennek átnézetét a *III. sz. táblázaton* adjuk meg, amelyet vegyészeti szempontból A. Novák és munkatársai biológiai és bakteriológiai szempontból pedig dr. B. Cyrus és Z. Cyrus professzor, a Vízgazdálkodási Kutatóintézet munkatársai dolgoztak ki.

Ennek a táblázatnak megfelelően Prágában a Moldva vizével átlag napi 188 vagon szárazanyag folyik át. A szárazanyag átlagos mennyisége az 1947—1949. évek alatt, — napi 11,4 Mil. m³ közepes vízhozamnál, — 164,7 g/m³-t, vagyis 1880 t/napot tesz ki; ebből kb. 910 t szerves anyag és 970 t szervesetlen anyag. Ezekből az adatokból kitűnik, hogy a Moldva Prágában naponta átlag kb. 4 tehervonat szárazanyagot szállít, azaz 131,7 m³/sec × 0,165 kg/m³ = 21,6 kg/sec-ot. Ezzel a szárazanyag-tömeggel az egész Prága alatti Dél-Csehország megrövidül, mégpedig kb. 69 000 vagonnal évente. Összehasonlításként megemlítjük, hogy a prágai nyersszennyvizek, — amelyeket 110 000 m³-es tömegben

vezetnek be a városi tisztítótelepbe, — átlag $1272,7 \text{ g/m}^3$ szárazanyagot tartalmaznak, vagyis 140 t szárazanyagot naponta. Ebből kitűnik, hogy a prágai nyersszennyvizek szárazanyagtartalma a 7,7 szeresét teszi ki a prágai Moldva-víz szárazanyagtartalmának. Ennek a számításnak az alapján a prágai szennyvizek (előtisztítás nélkül) $1,62 \text{ kg/sec}$ szárazanyaggal járulnak hozzá a Moldva folyó terheléséhez, ami kereken 7,5 százaléka annak a teljes szárazanyagoknak, amelyet a Moldva Prágába szállít. Továbbá látható, hogy a Felső-Moldva és a Beraun folyó, valamint Budejovice és Pilzen városok vidékének ipari üzemeiből származó szennyvizek kereken $250\,000 \text{ kg/nap}$ teljes szárazanyag-tömeget tartalmaznak; ez a tömeg kb. 13,3 százaléka annak a szárazanyagoknak, amelyet a Moldva Prágából elszállít, azaz majdnem kereken a kétszerese annak, amennyit a meg nem tisztított prágai szennyvizek a Moldvában jelentenek. A közölt számsor tájékoztatásképpen világítja meg a vízfolyások megtisztítására irányuló munkaproblémánk bizonyos szakcsoportját. Nyilvánvaló, hogy szárazanyag tekintetében az összkép meglehetősen eltorzulna, mert annak nagyobb részét a víz maga hozza természetes jellege révén, egyrészt mint a talajrétegeken átszivárgó víz, másrészt mint olyan víz, mely a földfelszíni szárazanyagot közvetlenül mossa el. Ebből kitűnik, hogy a teljes szennyvízmennyiség kb. 15%-kal járul ahhoz a szárazanyaghoz, amelyeket a Moldva Prágából elszállít. A maradékot a talajvizek és felszíni vizek közvetlen hozzájárulása alkotja, mely a szárazanyagot elmosa.

Természetesen nem lehet elvárni, hogy a közeljövőben sikerülni fog a Moldva folyó szennyeződését Prágában lényegesen lecsökkenteni. Az iparosítás óriási méretei — különösen ötéves tervünkben, — fő okai a szennyeződés állandó növekedésének, mert a városi és ipari tisztítótelepek kiépítése még csak most áll erőteljes kifejllesztése kezdetén.

A szennyvíztisztítás tulajdonképpeni problémájához még azt is hozzáfűzzük, hogy a városi szennyvizek tisztítása ma már nem lehetetlen feladat és a rostok felfogása is műszakilag és gazdaságilag megoldható kérdés (Joston ülepítője, Waccoszűrő, flotációs készülékek). A szulfitcellulózét előállító gyárakból származó szulfitlúgoktól való megtisztítás azonban mindeztideig gyakorlatilag és gazdaságilag megoldhatatlan probléma. A szulfitlúgok szésszévaló áterjedése tulajdonképpen csak a hexózok problémáját oldja meg; természetesen még a pentózokat is kivonták tápélesztők előállításának bevezetésével. A lúgok kártékonyságának tökéletes megszüntetését, — ha a lúgok aránylag kis tömegét 37°C -nél besűritik vagy porrá szárítják, — nálunk ezideig gazdaságilag még nem oldották meg. Habár manapság igyekeznek a szulfitlúgok kiengedésénél a nehézségeket legalább is ott átmenetileg kiküszöbölni, ahol a kedvező terepviszonyok lehetővé teszik raktározó medencék kiépítését, és ahol a lúgokat 10 éven át, — míg a végleges megoldást meg nem találják, — raktározhatnák és így alávethnék őket a természetes bomlási folyamatoknak. Ezt a megoldást — még ha figyelmen kívül hagyjuk is az esetleges egészségügyi

kifogásokat ilyen medencék közelében, — nem lehet tökéletesen kielégítőnek tekinteni. Ez csak provizórium, amely átmenetileg ugyan korlátok közé szorítja a nehézségeket, azonban nincs kizárva, hogy 10 év elteltével, amennyiben az egész problémát más úton-módon meg nem oldják, azáltal fog még nagyobb bajokat okozni, hogy a friss lúgokkal együtt rothasztott lúgokat is engednek ki. Természetesen az is lehetséges, hogy a lúgokat akkor egy 10 éves rothasztásnak vetnék alá, minek következtében a szerves szárazanyag valószínűleg lényegesen csökkenne az elrothadt szennyvízben. Külföldi tapasztalatok szerint azzal is lehet számolni, hogy már három év után a raktározott lúgok ötnapos biokémiai oxigénigénye 70%-kal csökken és, hogy 10 éves deponálás esetén, még lényegesebb csökkenés várható. Itt azonban meg kell jegyezni, hogy az ilyenfajta szennyvizeknél nem szabad a tisztítóhatást tisztán csak az 5 napos oxigénigény alapján megítélni, hanem más ismérveket is kell alkalmazni.

A jelenleg fennálló viszonyok rövididejű megjavítását el lehet érni azzal, hogy olyan tározómedencéket létesítenek a szulfitlúgok számára, melyekbe a teljes lúgmennyiséget átszivattyúzzák az eljövendő 10—15 év folyamán. Azokat a helyeket, ahol ilyen medencéket építenek, már kijelölték. Ezáltal a Moldva ipari szennyvizek okozta szennyeződése a mai állapot 50%-ára csökkenne; nyilvánvaló, hogy ez a megoldás is technikai nehézségekbe ütközik.

Ezen idő alatt meg lehetne építeni a Zelivka folyóból azt a vízvezetékét, amely biztosítaná Prága főváros vízellátását, ami után a Moldva teljesen hosszában csak tartalék vízforrás maradna. A Moldva vizét esetleg csak ipari célokra és korlátozott területen hasznosítanák.

Ez a rövid időre szóló intézkedés tehát, mármint a szulfitlúgok számára való medencék létesítése, lényegesen hozzájárulhatna a Moldva vízminőségének megjavításához. A szulfitlúgok a tározómedencékben alá volnának vetve a szabad bomlásnak, emellett nincs kizárva, hogy ezáltal a szerves szárazanyag jelentékeny része is megsemmisülne.

A kiengedett szulfitlúgok tömege korlátozott mértékben csökkenthető a lúgokat besűrítő és további feldolgozásukat célzó permetező tornyok gyorsütemű létesítésével is.

Részleges javulást valószínűleg azzal is el lehetne érni, ha az üzemek egyenesen engednék ki a lúgokat az eddig alkalmazott lökészerű kiengedés helyett, ami a folyókon — főleg alacsony vízállásnál — igen kellemetlen hatással nyilvánul meg. A szennyvizeknek ez a lökészerű kiengedése gyakorlatilag minden üzemnél fennáll, a legártalmasabb szennyvizek — mármint a szulfitlúgok — esetében. Az üstben való kifőzés befejeztével az éppen összesűrített lúgokat közvetlenül beengedik a vízfolyásba és így megtörténik, hogy a kis vízhozamú vízfolyást kétszer napjában 0,5 óra tartama alatt a lúgok óriási tömegeivel terhelik meg, és ezek a folyó hosszú szakaszán elpusztítanak minden életet a vízfolyásban.

Olyan kisebb tározómedencék létesítésével, amelyekbe árvíz idején engednék ki a lúgokat, szintén lehetne valamelyes javulást elérni, természetesen főleg addig, míg a Moldván nincsenek nagy duzzasztómedencék. Mihelyt a Moldván nagy tározókat létesítenek, ezek feltartanak a lúgokat, úgyhogy javulás főleg a felső Moldova-szakaszon állna be olyan napokon, amikor egyáltalán nem folynának el lúgok, ezzel szemben Prágában, — tehát a nagy duzzasztómedencék alatt, melyek a vízszállítását kiegyenlíteni és az alacsony vízállásokat feljavítani lesznek hivatottak, — a víz bizonyos napokon még rosszabbá válna, különösen abban az esetben, ha nem számították ki előre, annak az árvíznek valószínű lefolyását melynek a kezdeténél a lúgokat ki kellett volna eresztetni.

Völgyzárógátrendszer létesítésével a Moldván a lefolyás egyenletes szabályozását és valószínűleg a lefolyó víz minőségének kiegyenlítését fogják elérni. Természetesen főleg a szulfidlúgok okozzák a gáttesteiken és általában az összes vízi műtárgyakon a károkat. Minden egyes új duzzasztómedence természetes folyótisztítótelepként működhet, fizikailag, kémiailag, biológiailag és bakteriológiailag javító hatásával. Kedvezőtlen körülmények között ezekben a duzzasztómedencékben a metánerjedés anaerob felbomlásfolyamatai és kénhidrogéntermelődések, stb. is előállhatnak. Ha a völgyzárógátaknál esetleg iszappadok képződnének, ki kellene kotorni az iszapot és a parton ártalmatlanná tenni. Mindezt egybevéve ettől a medencerendszertől a vízminőség javulása várható.

A Prága fölötti harmadik völgyzárógát megépítésének befejezése után Prágában a Moldova vízhozama nyáron legkevesebb $28 \text{ m}^3/\text{sec}$ -ra és télen $45 \text{ m}^3/\text{sec}$ -ra emelkedik; ebből látható, hogy a medencék kiépítése lényeges javulást ígér, különösen, ha meggondoljuk, hogy az eddigi abszolút minimum a Moldván Prágában $11,5 \text{ m}^3/\text{sec}$ -ot tett ki. A Moldova vízszállításának 2,4-szeres emelkedése nyáron és majdnem négyszeres emelkedése télen ezért az új völgyzárógátaknak igen nagy gazdasági eredménye lesz.

Egyedül a Moldova tulajdonképpeni vízfolyásán 12 duzzasztómedence létesítésével lehet számolni, több mint 1300 Mil. m^3 tározótérfogattal. Ehhez még hozzá kell fűznünk, hogy a Moldova vízgyűjtőterületén Prágáig — a maximális kiépítés mellett — 75 duzzasztómedencével lehet számolni, több mint 2,7 milliárd m^3 ösztérfogattal. Mihelyt ezeknek az összes duzzasztómedencéknek az építését megvalósították, azokban a víz átfolyása elméletileg 6—7 hónapra át fog tartani. (A Moldova közepes vízhozama Prágában 13,6 millió m^3/nap -ot tesz ki.) Ezáltal a nyári víz elméletileg télen folya le és fordítva: a téli víz nyáron.

A Moldova vízhozama Modranyban, Prágánál és Budejovicében az alábbi *IV. számú táblázatban* van összeállítva.

Az előbb felsorolt adatokból kitűnik, hogy a Moldova vízfolyás adottságai rendkívül kedveznek völgyzárógátak létesítésének, mert vízgyűjtőterületén Prágáig 7 olyan duzzasztómedence megépítésével lehet számolni, amelyek

előnyben részesítik azokat az elgondolásokat, amelyek nagy duzzasztómedencék létesítésével számolnak, míg a multban nem voltak meg az ilyen nagy építkezések sikeres megvalósítására az előfeltételek. Természetesen érdekes, hogy a Moldova egész vízgyűjtőterületén összesen csak öt duzzasztómedencét építettek, kerekén 30 Mil. m³ tározótérfogattal; ezek a medencék az egész vízgazdálkodási rendszerben természetesen nem játszhatnak szerepet.

A Moldova vízgyűjtőterületén még Dél-Csehország tórendszere is érvényesülhet vízgazdálkodásilag. A tavak teljes térfogata Prágáig kerekén 400 Mil. m³-t tesz ki; ennek következtében, — a völgyzárógátak megépítése után, — több mint 3,1 milliárd m³-es akkumulációs térséggel lehetne számolni. Ilyen kedvező vízgazdálkodási adottságokat (a Vág kivételével) egyetlen más nagyobb vízgyűjtőterületen sem találunk. Különösen a Közép-Moldván és a Berounka, valamint a Sázava folyókon lévő duzzasztómedencék játszanának nagy szerepet mint folyótisztítótelepek, mert a szerves anyagok bomlási folyamatainak jelentős része bennük folya le.

Az Elbán és Moldván lévő medencék térfogatviszonyaiból, a szárazanyag tömegből, amely ezekbe naponta befolyik és az átfolyások nagyságából az derül ki, hogy a moldvai medencék valószínűleg jobban töltik be hivatásukat, mint az Elbán lévőek. Tájékoztató adatokat ennek a végkövetkeztetésnek az alátámasztására az alábbi V. sz. táblázat tartalmaz.

V. TÁBLÁZAT

	Elba	Moldva (Kamyk)	A Moldova kerekén x%-kal nagyobb
Átlagos vízhozam a völgyzárógátakon m ³ /sec	9,86	89,0	9
m ³ /nap	850,000	7 660 000	9
A létező medencék térfogata Mil. m ³	9,1	22,3	2,5
Legkisebb vízhozam m ³ /sec	1,27	6,25	4,9
A víznek a medencében való tartózkodási ideje napokban	10,4	2,9	—
A víznek a moldvai medencében való tartózkodási ideje, miután Prága fölött egy további medencét létesítettek, napokban	10,4	38,0	3,6
A szennyvizek szárazanyagtartalma vagon nap	3,5	17,0	—
1 m ³ folyóvíz szárazanyagtartalma g-ban	41	22	1,9-szer kisebb

Mint ebből a táblázatból megállapítható, a Moldova vízének szennyezett-sége kisebb (a fele), mint az Elba vízé; a vízhozama 9-szer nagyobb és a medencék térfogata, — ha a Moldova új medencéjét is tekintetbe vesszük, — több mint 30-szor nagyobb. Amennyiben a Közép-Moldva valamennyi medencéjét — 750 Mil. m³ össztérfogattal — számításba vesszük, akkor térfogatuk 83-szor nagyobb. A moldvai medencékben egészben véve 4,8-szor több száraz-

anyagoknak kell kirothadnia, mint az Elba völgyzárógátjainak medencéiben jelenleg. Valószínű, hogy legnagyobb mértékben a szennyeződés főforrásának kitorkolása alatt épült első medence lesz megterhelve, mert a szennyanyagok legnagyobb része benne jut érvényre és a befolyó víz itt a legszennyezettebb. Feltételezhető, hogy minél kisebbek a szennyeződés főforrásai alatti medencék, annál kisebbek a bennük bekövetkező bajok, mert a víz és a talaj iszapja gyorsabban megy át az erőművek fenékleeresztőin és kieresztőin, anélkül, hogy a bomlási folyamatok a mély és csendes helyeken — ahol a folyónak nincs nagyobb áramlása — összpontosulnának.

Mindazokat a berendezéseket, amelyeket a folyócsatornázásnál alkalmaznak, a jövőben úgy kell megépíteni, hogy teljes természetes szellőzés álljon elő. A duzzasztóművek szerkezeteit, a gáttesteket és az erőművek kieresztőit úgy kell megtervezni, hogy azokon a víz mindig telítődhessen oxigénnel. Oxigén-szegény víz így könnyen felvehet három mg/l oxigént is.

A porózus szűrőlemezek alkalmazásával és sűrített levegővel való mesterséges szellőztetés az az új, korszerű út, mely az organizmusok tökéletes kifejlődése mellett az öntisztulást lényeges mértékben megrövidítheti és melyet nálunk is bizonyára megfontolás tárgyává fognak tenni, különösen olyan vízfolyásoknál, amelyeknek vize oxigén-szegény (4 mg/l alatt), vagy pedig egyáltalán nem tartalmaz oxigént.

A hab felfogása a vízfolyásokon — mivel a hab megakadályozza a levegő szabad érintkezését a víztükörrel, — szintén olyan további kis rendelkezés, amely elősegítheti a víz szellőztetését és a vízben lévő szerves anyagok oxidációját.

Tavak, valamint a Moldva mellékfolyóin más kisebb medencék kiépítését — különösen Prága környékén — szintén elő kell mozdítani, mert ez kedvezően fogja befolyásolni a víz öntisztulását.

Mindenemű szennyvízfajta számára létesített szennyvíztelepek hatása folyóink vizének minőségében hamarosan teljes mértékben jelentkezni fog. Az üzemekből lefolyó szennyvizek szétpermetezése révén a vízbe oxigén juttatható. Tisztán csak arról van szó, hogy Prága fölött a tisztítótelepek létesítését, mint sürgősen szükséges berendezést, kell keresztül vinni. A termelési eljárásoknál egész sor intézkedéssel le lehet csökkenteni a szennyeződést és a szennyvíz mennyiségét és tanácsos ezeknek az óvintézkedéseknek a legnagyobb figyelmet szentelni különösen vízjogi tárgyalásoknál.

Egy további, ilyen irányú intézkedés a tőzeges talajoknak kiaknázása, azáltal, hogy kiterjedésüket lecsökkentik és ezzel azoknak a helyeknek a kiterjedését is, ahol a víz által való kilúgozás és a víznek savanyú szerves anyagokkal való telítése állhat elő.

Az erózióknak és ezzel együtt a szerves anyagoknak a földekről, rétekről és erdőkből történő lehordásának csökkentése szintén egyike azoknak a gyakorlati óvintézkedéseknek, amelyek a folyók szennyeződését csökkenthetnék.

Az előbb felsorolt rendszabályok nemcsak a vízmű számára hajtanak hasznot, hanem egyúttal az üdülésnek, a haltenyésztésnek, a homokkitermelésnek és ezek által Prága főváros lakosságának is a legnagyobb mértékben hasznára lesznek.

A vízfolyásokon tervbe vett intézkedéseknek nem mindegyike segíti elő a víz minőségének javulását. Amellett a javítás mellett, amely az előbb említett műszaki berendezések és intézkedések egész sorával érhető el, ajánlatos még a természettől függő szennyeződéssel is számolni, amely pl. völgyzárógátak létesítésénél is előfordulhat, mielőtt a teljes árterületet megtisztították volna mindennemű tenyésztett növénytől (fák, bokrok, gyökerek, stb.) és a televényföldtől, egyszóval minden olyan szerves anyagtól, mely a továbbiakban a vízben bomlásnak lehet alávetve, amikor is a bomlási termékek szennyeződés okozóként kerülnek a vízbe.

A televényföld eltávolítását az árterületekről ezidáig csak vízművek tartályainak építésénél hajtottuk végre, ellenben más víztárolók építésénél ezt az óvintézkedést nem viszik keresztül.

Azoknak a szerves anyagoknak a mennyiségét, melyek az árterületen visszamaradnak nagy valószínűséggel meg lehet állapítani. Alapos szondázással meg lehet határozni a talajrétegek vastagságát és minőségét és a televényföld (szerves anyag) térfogatát. Ha az árterületeken van tőzegelőfordulás, ennek köbtartalmát szintén pontosan meg lehet állapítani. Egy erdő kiirtásánál, ahol még maradnak vissza fatönkök ki lehet számítani azt a 10—20 százalékot, amennyi egy fából a gyökérre esik (átlagban 15%-ot számítanak). A nyert fa teljes köbtartalmából azután kiszámítható a visszamaradó fában lévő szerves anyag mennyisége.

Egy 3% televényföldtartalmú 20 cm vastag szántóföldréteg számba vétele mellett 1 hektárnyi területen kb. 2000 m³ termőföld van, melyből kb. 60 m³ a televényföld. Ebbe a televényföldmennyiségbe számít a talajfenék is kereken 2 t-val, melyben még 4 q baktérium, 2-4 q penészgomba, moszat és protozoa, valamint 2—10 q féreg is van.

Olyan helyeken, ahol az erdőirtás után még fatönkök maradtak vissza a földeken, a szerves anyagok mennyisége emelkedik. Ha pl. egy III. minőségosztályú, 60 éves erdőről van szó, amely 1 hektáron kb. 300 m³ fát termel ki a talajban 45 m³ fatönk marad vissza, melynek száraz súlya gyökereivel együtt kereken 20 t. Ezáltal a talajban még a következő szervesanyagmennyiségek maradnak benne: 80 t közvetlenül a talajrétegben és 20 t a fatönkökben, ami együtt kereken 100 t/hektárt tesz ki.

A tőzegen több mint 50%-a szerves anyag és így a tőzeg súlyának felét alkotja.

A szerves anyagokra és az összefüggő értékekre vonatkozó mérleget — mindkét építés alatt álló völgyzárógátra — a *VI. sz. táblázatban* állítottuk össze.

VI. TÁBLÁZAT

	Völgyzárógát	
	A	B
Árterület, ha	1 380	4,650
Szerves anyagok a talajban, t	138 000	465 000
A tőzeg köbtartalma Mil. m ³	—	15—16
A szerves anyagok súlya a tőzegben, t	—	4 000 000
A száraz tőzeg súlya, t	—	8 000 000
A szerves anyagok teljes súlya a tározómedencében, t	138 000	4 465 000
Az elárasztott tőzeg tüzelőértéke (1 kg = 300 Kal) Kal	—	24000 000 000 000
A talajban maradt fatönkök tüzelőértéke (1 ha = 20 t) — 3500 Kal/kg Kal	96 600 000 000	325 500 000 000
A tőzeg és a fatönkök összes tüzelőértéke az árterületen Kal	96 600 000 000	24,325 500 000 000
Ennek a tüzelőértéknek x tonna kőszén felel meg, t	12,080	3 040 690
Közép évi átfolyás a völgyzárógátakonm ³	2 800 000 000	475 000 000
6 évi középátfolyás a völgyzárógátakon, m ³	14 000 000 000	2 375 000 00
Feltéve, hogy az első öt évben a szerves anyagok 30%-a kilúgozódik, a szerves anyagok térfogata a lefolyó víz minden köbméterén g/m ³ -rel emelkedik	3,0	563
Ebből Prágában a víz szerves anyag tartalmának g/m ³ emelkedése áll elő	1,7	53

Az árterületeken visszamaradó szerves anyagok és a tőzeg nagymértékben szennyezik a medencén átfolyó vizet, úgyhogy a Prágában a vízfolyásból ivóvízzé való előkészítésre kivett víz valóban jelentékeny módon szennyezett.

Annak feltételezésével, hogy az első 5 évben az elárasztott talajvízrétegekből és tőzegekből 30% szervesanyag lúgozódik ki az első medencéből naponta 25 t szervesanyag kerül a vízbe és a másik medencéből még jóval több.

Ebből előrelátható, hogy ez a szennyezés olyan nagy lesz, mint amelyet egy nagy ipari üzem termel. A második medencénél ez a szennyeződés még sokkal nagyobb lesz.

A fatönkökben és az elárasztott tőzegben elvesztett energiát kalóriában és a kőszén azonos értékű mennyiségével is megadtuk. (Lásd VI. sz táblázat.)

Egy tonna tőzeg oxidációjához (Intézetünk tájékoztatása szerint) 860 kg oxigénre van szükség. Egy völgyzárógátnál a VI. sz. táblázaton említett tőzegmennyiségnek tehát (8 Mil. t x 0,860) = 6.880 000 t oxigénre van szüksége. Abban az esetben ha ezt az oxigénmennyiséget a vízbe be kellene vezetni, ill. a víztükörrel fel kellene vetetni, ehhez elméletileg 184 év kellene. A számításra szolgáljanak a következő adatok :

a víztükör területe teljes duzzasztás esetén = 46,5 km²

az oxigén felvétele naponta 20 C° -nál 1 m^2 -re = 3 g , 1 km^2 -re

$46\,5\text{ km}^2$ -re = $139\,500\text{ kg}$ = 3000 kg

9 hónap alatt = $37\,500\,000\text{ kg}$

Ha a víztükör befagy, nincs levegőzés.

Ezekből az elméleti feltételezésekből látható, hogy a tőzeg rendkívüli megterhelést jelent a völgyzárógátak számára és amennyiben nem fogják teljesen kiküszöbölni — ami nagy kiterjedésnél gyakorlatilag majdnem keresztülvihetetlen — feltétlenül a Moldva vízének nagyobb elszennyeződését jelenti. Ez a szennyezés nagyobb lehet még annál is, mint amilyent egy ipari üzem tud okozni káros szennyvizeinek legnagyobb tömegével.

A felsorolt számok kétségtelenül mutatják, hogy milyen komoly feladat a vízminőség megjavításának kérdése nemcsak a Moldvánál Prágában, hanem minden vízfolyásnál.

Közös vonatkozású magyar—csehszlovák probléma a vízminőség megjavítása azoknál a vízfolyásoknál amelyek a Csehszlovák Köztársaságból folynak a Magyar Népköztársaság területére. Ennek a megoldására rendkívüli gondot fordítunk és minden igyekezetünk odairányul, hogy a vízfolyásokon — belátható időn belül — kielégítő állapotot teremtsünk, olyannyira, hogy a folyók vízminősége állandóan elérje a II. és III. tisztasági osztályt.

MÓDSZEREK A VÁROSI (HÁZI) SZENNYVÍZTISZTÍTÓ BERENDEZÉSEK MŰKÖDŐKÉPESSÉGÉNEK ELBÍRÁLÁSÁRA

SZABÓ ZOLTÁN

A szerves szennyező anyagokat tartalmazó szennyvizek, melyekhez a városi (házi) szennyvizek is tartoznak, öntisztulása folyamán a szerves szennyező anyagok oxidálódnak, azaz elbomlanak. Ez az elbomlás lényegileg eme anyagoknak elégetése széndioxidá és vízzé. Az elbomlás folyamatában biokémiai reakció-sorozatokat játszódnak le dekomponáló mikroszervezetek útján. A dekomponáló szervezetek kizárólag az élettelen szerves anyagokat bontják el. Az elbontás folyamatának sebessége a közeg (víz) oldott oxigén mennyiségétől függ. Amíg elegendő oldott oxigén van jelen, addig az aerob, annak hiánya esetén pedig az anaerob szervezetek végzik el az elbontást. Utóbbiak oxigén-szükségletüket a jelenlévő nagymolekulájú szerves anyagok oxigén-készletéből merítik. Az öntisztulás folyamatakor a nagymolekulájú szerves anyagok kisebb molekulájú és oxigénben szegény szerves anyagokra esnek szét, hasítási terméként ammónia és kénhidrogén keletkezik. Ez a bűzös rothadás folyamata. Az öntisztulás folyamata ama redox körfolyamatnak második része, melynek törvényszerűségeivel *Maucha* foglalkozott.

A szerves szennyező anyagokat tartalmazó szennyvizek öntisztulása azonban igen lassú folyamat, a tökéletes megtisztulás, le-elbomlás időt vesz igénybe és számos külső tényező (fény, hőmérséklet stb.) függvénye. Mesterséges beavatkozással — az öntisztulás elvének és törvényszerűségeinek ismeretében — az ember a folyamatot meggyorsítani igyekezett különböző szennyvíztisztító eljárások alkalmazásával.

A városi szennyvizek mesterséges tisztítására számos különböző berendezés van működésben világszerte. A szakirodalomban kellő részletes ismeretekkel találkozunk. A mesterséges szennyvíztisztítás feladata megakadályozni a befogadóul szolgáló természetes vizek fokozatos, lassú-gyors elszennyeződését, azaz kiküszöbölni mindama káros kémiai-biológiai folyamatokat a természetes vizek életéből, melyek ezek közhasznúságát veszélyeztetik. De a mesterséges szennyvíztisztítás egyúttal az öntisztulást gyorsító és elősegítő eljárás, s mint ilyen beavatkozás a természet életébe. A magára hagyott városi szennyvíz öntisztulása annak mennyiségétől és koncentrációjától, lebegő hordalékától és oldott szervesanyag-tartalmától függ

a már fentebb említett egyéb külső környezeti tényezőkön kívül. Az emberi beavatkozás először megfosztja a városi szennyvizet hordalékától mechanikai úton, majd pedig célszerűen oxidálja azt.

A mechanikai ülepítés (derítés, szűrés) különféle módszerekkel történik. A hordalékától megfosztott, csupán oldott szerves anyagot tartalmazó szennyvíz oxidálásának feltétele az oxidálás folyamatában szerepet játszó nagy oxigénigényű mikroorganizmusok részére a szükséges oxigénmennyiség mindenkori biztosítása kellő levegőztetés, szellőztetés útján. A tisztulás eme folyamata biológiai folyamat, a mesterséges szennyvíztisztítás eme részét biológiai szennyvíztisztításnak szoktuk nevezni. Itt is számos eljárás van használatban. Leggyakoribban alkalmazott eljárások a töltő test, a kis és nagy terhelésű biológiai csepegtető (szűrő) test, valamint az aktivált (eleven) iszapos eljárás.

A jól működő városi (házi) szennyvizet megtisztító biológiai berendezéstől azt kívánjuk, hogy az azt elhagyó — már biológiailag — tisztított szennyvíz rothadásra képes szerves anyagokat egyáltalában ne, vagy csak igen minimális mennyiségben tartalmazzon. Az így tisztított szennyvíz magára hagyva rothadási folyamaton már nem esik át. Az ilyen szennyvizet nevezik *tartós szennyvíznek Imhoff* után.

Az egyes városi (házi) szennyvíztisztító-berendezések helyes működőképességének, tisztítási hatásfokának a megállapítására különböző eljárásokat szoktunk alkalmazni, mely eljárásoknak megvannak a feltételei, kritériumai. Az eljárások lehetnek kémiai és biológiai, valamint bakteriológiai eljárások, újabban parazitológiai eljárásokról is történik említés.

Régebben csak a szennyvíz oxigén-(permanganát)-fogyasztását vizsgálták. Erre többféle eljárás van alkalmazásban, de valamennyi lényegében megegyező, azaz ismert mennyiségű káliumpermanganát redukálódásából következtet a vizsgált víz oxigén-fogyasztására. *Dunbar* szerint a házi szennyvíz elveszti rothadóképességét, ha az oxidálhatósága 60—65%-kal csökkent az eredeti szennyvízhez viszonyítva. A használt módszerek: *Kubel*, *Schulze*, *Winkler*, *Maucha*-féle eljárások. Új módszer a szakirodalomban *Watanabe* eljárása a redukálhatóság, illetve rothadóképesség megítélésére a ferriciánkáli-fogyasztás megállapítása, mely a szerző szerint igen jól használható és pontos — összehasonlításra alkalmas — adatokat nyújt. Hazánkban eme eljárást még nem alkalmazták.

Már régen használatos a biokémiai oxigénigény (B. O. I.) megállapítása is, mely öt nap alatt eltelt időben vizsgálja a hígított nyers és tartós szennyvíz mikroorganizmusainak tevékenysége alatt lejátszó biokémiai folyamat közben az oldott oxigén csökkenését, az oxigénemésztést. *Imhoff* szerint ennek értéke a tisztított szennyvíznél az eredeti szennyvízhez viszonyítva 80—90%-os csökkenést mutat.

Ha a szennyvíz nem kellően tisztított, azaz rothadóképes szerves anyagokat tartalmaz, akkor a metylénkék elszíntelenedésén alapuló *Spitta—Weldert*-próba nyomban, de 24 órán belül színtelenné válik.

Az oxigénfogyasztás és a biokémiai oxigén-igény módszereinek jelentékeny szakirodalma van, a kutatók vita tárgyává teszik e két módszer alkalmazhatóságát és kritikával illetik eredményeiket. Ez nem is csodálható, mert mindkettő exakt kémiai módszernek tekinthető, azonban a vizsgált szennyvíz nem valódi vagy kolloid oldat, hanem élőanyag-számba megy, melynél a hígítással járó egyenletes eloszlítás viszonyai és a mikroorganizmusok szerepe még nem teljesen tisztázott.

A tartósnak nevezett szennyvízben gyakorlatilag a nitrifikáció folyamata végetért, nyilvánvaló ebből, hogy tisztítatlan és tisztított városi (házi) szennyvíz megkülönböztetésére fényt derít a kénhidrogén-, ammónia-, nitrit- és nitrát-tartalom kvalitatív, ill. kvantitatív meghatározása is. *Imhoff* a nagyteljesítésű biológiai szennyvíztisztítótestek tisztíthatásánál a teljes nitrifikációs folyamat lejátszódását nem tartja szükségesnek. *Winogradsky* megállapításából ismeretes, hogy a nitrifikáló baktériumok csak akkor lépnek fel intenzíven, ha az organikus anyagok igen csekély koncentrációban vannak jelen, mivel az organikus anyag-tartalom ártalmas a nitrifikáló organizmusokra, a nitrátképzés pedig akkor következik be, ha a nitrifikáció első szakasza már lejátszódott. *Winogradsky* eme megállapításait az újabb vizsgálatok megdöntik.

Winkler és *Maucha* ajánlják a proteidammónia meghatározását is, ennek értéke ugyanis szintén kisebb a tartós, mint a tisztítatlan szennyvízben. *Karcher* szériavizsgálatokra dolgozta ki a proteidammónia-meghatározás módszerét. A nitrifikáció kérdése a kutatókat ma is élénken foglalkoztatja.

Egyes szerzők ajánlják még a víz klórtartalmának meghatározását is, azonban ez célszerűen inkább a természetes vizek szennyezettségének, vagy terhelhetőképességének meghatározása során jut alkalmazásra.

Annak ellenére, hogy még 1914-ben *Fischer* megállapítja, hogy a szennyezett vizek biológiai vizsgálata értékes, mivel kiegészíti a kémiai vizsgálatot és a víznek nemcsak pillanatnyi állapotára ad felvilágosítást, hanem a korábbi időpontokra is, mégis főleg hazánkban — a kutatók legnagyobb része a részletes biológiai szennyvízvizsgálat ellenzője volt. Ez sokáig háttérbe szorította hazánkban a szenny- és szennyezett vizek beható és helyes biológiai vizsgálatát. A híres *Kolkwitz* és *Marsson* f. saprobia-rendszeren számos változtatás és módosítás történt a mai napig, mint ez kitűnik az igen szép biológiai irodalomból. *Wagner*, *Scorikov*, *Balohonzew*, *Ilontowszkij*, *Autári*, *Dolgov*, *Nyikitinszkij*, *Zságyin*, *Rodina* szovjet kutatókon kívül *Bethege*, *Demoll*, *Hentschel*, *Liebmann*, *Naumann*, *Olszewski*, *Steinmann*, *Surbeck*, *Zehender*, *Yonner*, *Watanabe* foglalkoztak főleg a szennyvizek beható biológiai vizsgálatával.

Ma már elvetjük azt a megállapítást, hogy a tartós városi (házi) szennyvíz a polysaprob és alfamosaprob zóna határán van, hanem — mint ezt

számos kutató a módosított *Kolkwitz—Marsson*-rendszerre támaszkodva *Zságyin* és *Liebmann* nyomán megállapítja — a tartós szennyvíz közel áll a betamesosaprob zónához, minthogy abban főleg aerob mikroorganizmusok vannak jelen és igen nagy részük klorofiltartalmú.

Alaposan megfontolva az eddig ismertetett vizsgálati metodikát és kellő kritikát gyakorolva, azt mondhatjuk, hogy a biológiai szennyvíz-vizsgálat — legyen az csupán kvalitatív, vagy kvantitatív — nemcsak szerves kiegészítője a kémiai vizsgálatnak, hanem sok esetben (mint azt az eddigi gyakorlat mutatja) nélkülözhetetlennek kell minősítenünk, mivel nemcsak egyedül adatokat szolgáltat, hanem az egész életfolyamat tükréként ökológiai viszonyokat ismertet meg, tehát exaktabbnak tekinthető. A biológiai vizsgálat végzése nagy szakmai, mikrobiológiai gyakorlatot és körültekintést kíván, szemben a kémiai vizsgálattal, mely csupán a szokásos átlagos kémiai-analitikai tudást igényli.

Tisztán bakteriológiai alapokon a tisztíthatóság ma még tökéletesen nem állapítható meg, mert a csíraszám és a kolititer az eredeti szennyvízzel szemben ugyan lényegesen csökken, de azok számértéke még igen tekintélyes marad, u. i. a tisztítóeljárás során ezek a baktériumok csak részben pusztulnak el. Ugyanez áll a patogén baktériumokra és a bélférgek igen ellentálló petéire.

A részletes bakteriológiai és parazitológiai vizsgálatnak csak ott van értelme, ahol a befogadó közhasználat vagy közegészségügyi viszonyai ezt szükségessé teszik, ahol a berendezés állandóan fertőtlenített szennyvizet bocsát ki (pl. kórházak esete).

A szakirodalom részletes adatai alapján ma már azt mondhatjuk, hogy eléggé éles határvonal húzható a biológiailag jól tisztított tartós és a nem tisztított városi (házi) szennyvíz közé, bár még nem tartunk — legalább is hazai viszonylatban — ott, hogy a küllemi és a biológiai vizsgálatok eredményén kívül a kémiai és bakteriológiai adatokat számszerűen kiértékelhessük és határértékeket szabjunk meg.

A rendelkezésre álló szakirodalom, valamint eddigi gyakorlati tapasztalataim alapján a nyers (illetőleg üleptett), tisztítatlan és a biológiailag tisztított — tartós — városi (házi) szennyvíz között az alanti különbségek észlelhetők. :

<i>Vizsgálat</i>	<i>tisztítatlan</i>	<i>ideális tartós</i>
(módszer)	<i>városi (házi)</i>	<i>szennyvíz</i>
zavarosság	(erősen)zavaros	tiszta, átlátszó
szín	sárgás, feketés,	színtelen, sárgás
szag	(erősen) bűzös, kénhidrogénes	szagtalan, földes szagú
fölrázáskor	(erősen) habzik	nem habzik, (alig)

üledéke	sok	nincs, alig van
Spitta-Weldert-próba (nyomban v 24 óra u.)	+ (pozitív) elszínтеленedik	— (negatív) színváltozás nincs
Hidrogénion koncentráció	lúgos	lúgos
pH	7 felett	7 felett
lebegő anyag	sok	nincs v. kevés
oldott oxigén gáz	nincs	van
oxigén fogyasztás	magas 50 mg/l felett	60—65%-al kisebb 50 mg/l alatt
biokémiai oxigénigény	magas	80—90%-al alacsonyabb
kénhidrogén	van, sok	nincs
ammónia	sok	nincs (nyomok)
nitrit	nincs, van	nincs, van (nyomok)
nitrát	nincs	van, nincs
proteid ammónia	sok	néhány mg/l
biológiai vizsgálat	polyszaprob ; anaerob szervezetek, bakté- riumok, csillósok, színtelen flagelláták.	alfa-betamezoszaprob közt, a betához közel; aerob szer- vezetek, színes flagelláták, főleg klorofiltartalmú al- gák, a polysaprob fajok el- vétve találhatóak meg, fő- leg túlterheltség esetén.

IRODALOM

1. *Bach H.* : Die Abwasserreinigung. Stuttgart. 1934.
2. *Dunbar* : Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. 2. Aufl. München u. Berlin, 1912.
3. *Fischer F.* : Das Wasser. Leipzig, 1914.
4. *Hentschel, E.* : Abwasserbiologie. Abderhalden Hb. Abt. IX. 1927.
5. *Imhoff, K.* : Taschenbuch der Stadtentwässerung. 13. Aufl. München, 1951.
6. *Kolkwitz, R.* : Die Pflanzenphysiologie. Jena, 1953.
7. *Kolkwitz, R. und Marsson, M.* : Oekologie der pflanzlichen und tierischen Saprobien. Ber. d. deut. Bot. Gessells. Bd. XXVI., Heft 7. 1908.
8. *Liebmann, H.* : Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Bd. I. München, 1951.
9. Magyar Országos Szabványok (MOSz) 448. szám. *Vízvizsgálat*. 1943.
10. *Maucha, R.* : A szennyvíz és a vízfolyások, *Vízügyi Közl.* Bp. 1942.
11. *Naumann, E.* : Wasserwerkbologie. Abderhalden Hb. Abt. IX. 1927.
12. *Ohlmüller—Spitta—Olszewski* : Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. 5. Aufl. Berlin, 1931.
13. *Szabó, Z. ifj.* : A bioindikátorok ökológiai jelentősége. *Hidrológiai Közl.* XXX. évf., 1950.
14. *Tillmans, J.* : Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. 2. Aufl. Halle, 1932.
15. *Watanabe, M.* : Eine neue Methode zur Bestimmung der Faulnisfähigkeit eines beschmutzten Wassers mittels der Ferrizyankaliverbrauchs. (Japan.) Kioto, 1940.
16. *Zsagyin, W. J.—Rodina, A. G.* : Biologicseszkiye obnovü vodosznalzenyija i ocsisatki vodx. Moszkva—Leningrád, III. kötet.

HOZZÁSZÓLÁSOK

MAUCHA REZSŐ lev. tag

Nem tartja célravezetőnek, hogy a tisztított szennyvíz kémiai sajátosságainak meghatározása alapján standard határértékeket írjunk elő. A különböző lakótelepeken, városokban keletkező csatornaszennyvizek töménysége ugyanis a vízhasználat mérvétől függően annyira eltérő lehet, hogy a szennyezésre mutató egyes alkotórészek (Permanganat szám, ammónia, proteidammónia, nitrit- és nitrát-ionok) mennyiségének abszolút értéke mitsem mond a tisztítóhatás elbírálása szempontjából. Ezért már kezdettől fogva az eredeti és tisztított szennyvíz kémiai sajátosságainak összehasonlításával törekszenek a tisztítóhatás mértékére következtetni.

Sok évi tapasztalata szerint azonban a jól tisztított szennyvíz legbiztosabb kritériuma, ha a víz mérhető mennyiségben kimutatható nitrit- és nitrát-tartalom mellett bűzös rothadásra hajlamos szerves anyagokat már nem tartalmaz. Erről a *Spitta—Weldert*-próba nyújt felvilágosítást, mert ha ez 24 órán belül negatív marad, az biztos jele annak, hogy a szennyvíz gyakorlati szempontból már tartósnak tekinthető. Mindezen esetben a víz nitrit- és nitrát-ionokat is tartalmaz, biológiai vizsgálatának eredménye pedig szintén kedvező, amennyiben a víz ökológiai jellege rendszerint a poliszaprób és alfamezoszaprób zónák határán áll, vagy alfamezoszaprób jellegű.

Nem osztja előadónak azt a véleményét, hogy *Winogradzskinak* a nitrifikáló baktériumokra vonatkozó megállapításai ma már nem állanak meg helyüket. Így pl. *Winkler Lajossal* együtt a szennyvíz proteidammónia-tartalmának meghatározásával kapcsolatban végzett öntisztulási kísérleteik ennek ellenkezőjét világosan megmutatták. Könnyen beláthatjuk, hogy ennek megítélése a tisztító-berendezések vizsgálati eredményeiből sokkal bonyolultabb feladat, mert a szennyvíz összetétele a nap folyamán nagy ingadozásoknak van alávetve, úgyhogy az eltérő időpontokban vett vízminták rendszertelenül változó ammónia-, nitrit- és nitrát-tartalom értékei egymást kölcsönösen elfedhetik.

LESENYEI JÓZSEF

Egy olyan rendszeres eljárás, amely a szennyvíztisztító-berendezések felülvizsgálati módszerére vonatkoznék, eddig még nem alakult ki.

Megállapíthattuk nagyjából azokat a körvonalakat, amelyekben vizsgálnunk kell, azonban eltérés mutatkozik a nézetekben a vizsgálati alapelveknél. Egy szennyvíztisztító-berendezés felülvizsgálata csak úgy eredményes, csak úgy éri meg a ráfordított személyi és anyagi költségeket, ha nemcsak arra a megállapításra szorítkozik, hogy a berendezés jól vagy nem jól működik. Feltétlenül meg kell állapítani, hogy miért nem működik jól, és ha ezt megállapítottuk, akkor meg kell találni a segítség módját.

Nem ért egyet azzal a megállapítással, hogy bakteriológiai vizsgálatra csak akkor lenne szükség, ha bakteriológiailag fertőzött vízről van szó, illetőleg ilyen fertőzésre számítani lehet. Feltétlenül szükséges, hogy ahol a szennyvíztisztító-berendezést vizsgáljuk, a befogadóval kapcsolatban felléphető bakteriológiai fertőzési lehetőséget is vizsgáljuk. Éppen ezért feltétlenül

minden esetben szükséges nemcsak a szennyvíztisztító-berendezést, hanem vele együtt a befogadót is vizsgálni, mert pl. ha a berendezés jó a Duna mellett, nem lesz jó a Rába vagy a Rákospatak mellett, tehát mindig az illető környezetet is felül kell vizsgálni.

A bakteriológiai vizsgálatnak nem szabad csak a csíra-számra, vagy csupán a colira kiterjednie. Feltétlenül szükség van valami olyan indikátorbaktériumra, amely pl. a streptococcus fecalis-erdetű fertőzést is kimutatja.

TÓTH ISTVÁN

Az előadás megállapította a házi szennyvizek lassan lejátszódó öntisztulási folyamatát, amelyet az ember technikai beavatkozással mesterségesen meggyorsítva, meg is oldott már. Itt — az előadó szerint — új eljárásokra már kevésbé számíthatunk.

Ebben a kérdésben nem ért egyet az előadóval, valamint a külföldi szakirodalommal, melyben ezt a véleményt különösen *A. Cerny* képviseli 1950-ben megjelent munkájában. Ugyanis a természettudomány fejlődése során az egyes tudományágak fejlődése újabb kutatási területeket tár fel. A szennyvíztisztítás fejlődése sem tekinthető lezártnak. Új lehetőséget nyújt a fizika egyik legfiatalabb ága, az ultrahang-kutatás, ez világviszonylatban is egyre nagyobb méreteket ölt és a természettudományok jórésztben egyre nagyobb jelentőségre tesz szert.

Az ultrahang-kutatás a kémiában, közelebbről a kolloidkémiaiban és a fizikai kémiában új fejezeteket nyitott, amelyek az ultrahangoknak, mint nagy intenzitású mechanikai rezgéseknek, kémiai, kolloidkémiai és fizikai kémiai hatásával foglalkozik. Ezek a kutatások már olyan eredményeket produkáltak, amelyek felhasználhatók a szennyvíztisztításban, és megadják a lehetőséget újabb tisztítási eljárás kialakítására.

Így figyelemre méltó, hogy az ultrahangok hatására folyadékokban és a szilárd anyagokban pillanatok alatt nagy hőmérséklet-emelkedés léphet fel, és lényeges szerepet játszhat a szennyvíztisztításban az ultrahang oxidációs hatása is.

PAPP SZILÁRD

Előadónak a szennyvíztisztító-berendezések működésének elbírálásával kapcsolatban mondott összefoglaló ismertetését szeretné felhasználni arra, — miután szennyvízszabványunk ide vonatkozó hiányosságaira részletesen rámutatott — hogy új szennyvízvizsgálati szabvány elkészítésére tegyen javaslatot. Természetesen az új szennyvíz-szabványnak nemcsak a tisztító-berendezések elbírálására, hanem az egyes vizsgálati módszerekre is ki kell terjednie, mert a jelenlegi szabvány ezen a téren is változtatásra szorul.

Az új szabvány összeállítását, illetve a szabványban a vizsgálati eredmények, azaz a tisztítóberendezések működésének elbírálását szükségesnek tartja új szempontok figyelembe vételével elkészíteni. Itt elsősorban a szennyvíztisztítás tulajdonképpeni céljára, azaz a befogadóul szolgáló felszíni vizeink védelmére kell gondolni. Ezért tehát az új szabványban szükséges lerögzíteni, hogy a szennyvíztisztítás mértékét mindig a befogadóul szolgáló felszíni víz öntisztító erejéhez, illetve annak további felhasználási módjaihoz kell szabni és erre vonatkozóan megadni a határértékeket, normákat.

Új eljárásokra már kevésbé számíthatunk. Talán a különböző szennyvíztisztítási módok közül hazánkban újnak tekinthetjük a Szovjetunióban elterjedten alkalmazott filtrációs mezők használatát, és ezért nem volna értéktelen, ha a mi hazai körülményeink ezt lehetővé teszik, vizsgálat tárgyává tenni, hogy a szennyvíztisztításnak ezen legtökéletesebb módját mi is kipróbáljuk, illetve bevezessük.

A vizsgálatok irányára vonatkozóan javasolja, hogy az eddig végzett fizikai, kémiai, bakteriológiai és biológiai vizsgálatokon kívül parazitológiai irányban is terjesszük ki a vizsgálatokat.

OROSZLÁNY ISTVÁN

Az Öntözési és Talajjavítási Kutató Intézet egyik feladata többek között a szennyvízöntözések vizsgálata. Ezzel kapcsolatban nem tud arról, hogy magyar vonatkozásban feldolgozva volnának olyan vizsgálati módszerek, amelyek alkalmasak arra, hogy a különböző tisztítottágú, illetőleg különböző aerob, vagy anaerob lebomlási állapotban lévő szennyvizeknek a talaj termékenységére, a talaj életére való hatása kiértékelhető legyen. Ezért javasolja, hogy ennek a kérdésnek a vizsgálatával valamelyik illetékes intézet foglalkozzék.

RAKSÁNYI ÁRPÁD

Ha valamit vizsgálunk, akkor csak többirányú megfigyelés vezethet eredményre. Ezért, ha egy szennyvízkezelő-berendezést vizsgálunk, akkor először magát a berendezést, azután a befogadót kell megvizsgálni. Rendszeres befogadó-vizsgálat még nem történt Magyarországon. Bár a Sajó, a Tisza, a Soroksári-Dunaág és a Balaton tekintetében már voltak kezdő vizsgálatok, de az egész országról még nincs kellő átnézetünk.

FINÁLY LAJOS

Nyilvánvaló, hogy a magyarországi, már működő szennyvíztisztító-berendezéseknek jól kell működniök. Ennek a jó működésnek pedig az a feltétele, hogy a szennyvizek vizsgálata, ellenőrzése megfelelő módon történhessék.

A vizsgálatnak összhangban kell lenni a berendezés műszaki struktúrájával úgy, hogy rá lehessen vetíteni a berendezés minden egyes műszaki részletére a vizsgálat eredményéből származó tanulságot és megállapítást. Javasolja, mondja ki a Kongresszus, hogy a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet vízminőségi osztályának — mely a szennyvízderítő-berendezések műszaki ellenőrzésével, a kezelő személyzet kiképzésének ellenőrzésével, utasításokkal, tanácsok adásával is hivatva lenne foglalkozni — soronkívüli ki-fejlesztését szükségesnek tartja.

SZABÓ ZOLTÁN válasza a hozzászólásokra

A biológiai szennyvíztisztítás kérdésében, a biológiai megítélés tekintetében a legutóbbi irodalmi adatokra támaszkodott, amikor azt mondotta, hogy a poli- és alfamezoszaprób zónák helyett az alfa- és betamezoszaprób zónákban található a biológiailag kiértékelhető szennyvíz minősítése (Vinogradszki). Az ammónia, illetőleg nitrit és nitrát kérdésében az egyes újabb irodalmilag

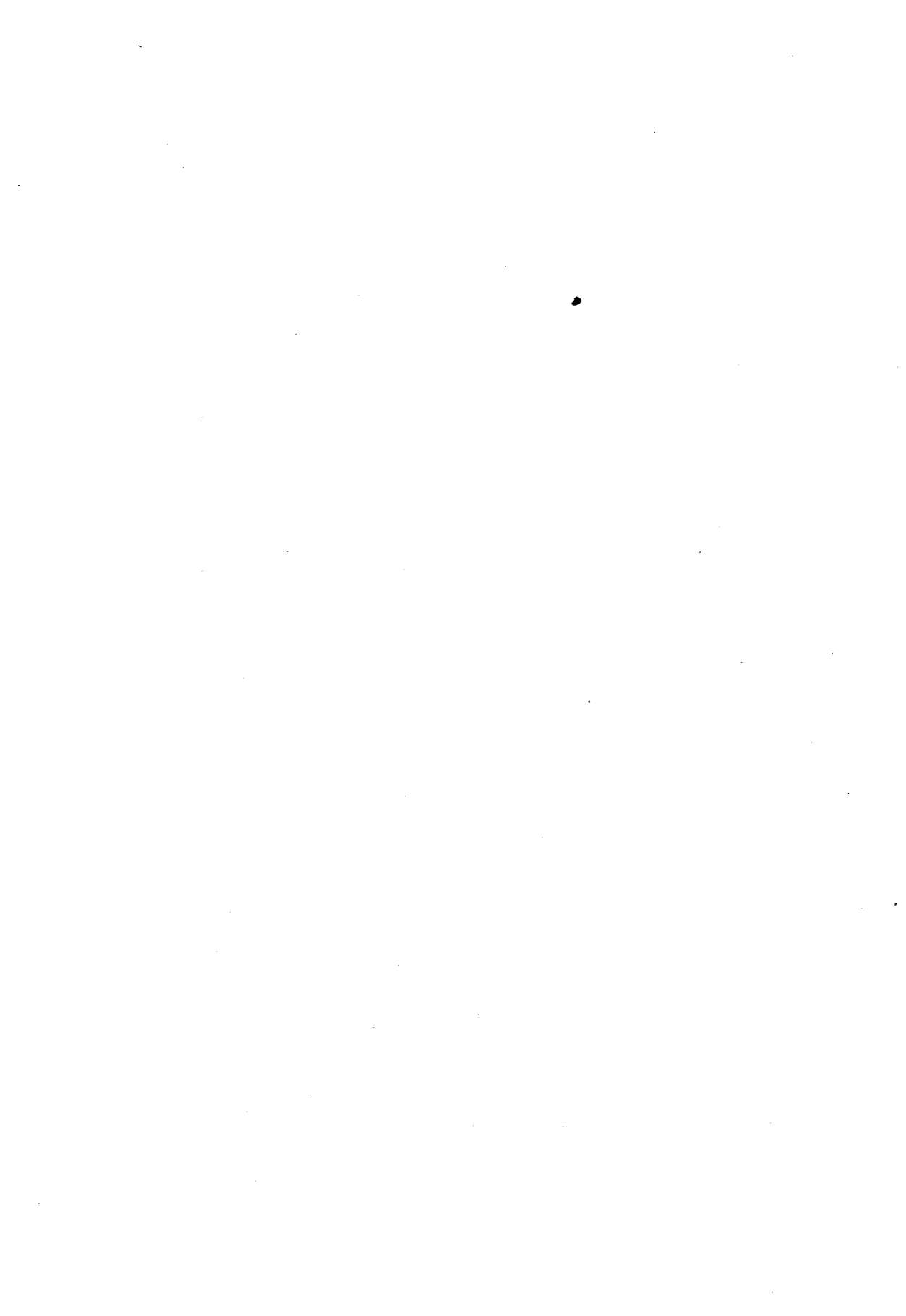
ismertetett akváriumkísérletek, valamint az öntisztulási folyamatok vizsgálata során vannak bizonyos eltérések a korábbi elmélettől.

Előadásában csak arra mutatott rá, hogy az újabb kutatások esetleg ellenkező véleményre engednek következtetni. De mindenesetre ez még mindig a jövő titka, itt kísérletek vannak hátra.

Tóth István hozzászólására az a megjegyzése, hogy még igen nagy lépés van hátra a haladó fizikai kutatás eredményeinek, főleg nem ipari vonatkozású, hanem házi szennyvíztisztításban való felhasználására, mert míg a kutatás célszerű laboratóriumi keretben könnyedén dolgozhatik, addig a gyakorlati megvalósítást kérdésessé teszi, hogy a költségek arányában fognak-e állni a tisztítás mérvével. Az ultrahang előállítás ma még költséges.

Oroszlány Istvánnak azt válaszolja, hogy Mosonmagyaróváron, a Növénytermelési Kutató Intézetben, kutatásokat végeztek az egyes különböző tisztított szennyvizeknek a talajra gyakorolt hatására, valamint az egyes szennyvizekben lévő trágyázó tápanyagokra vonatkozólag.

Az egész kérdéssel kapcsolatban hangsúlyozza, hogy a tudományos kutatás továbbra is szükséges és fontos. Ez azonban elsősorban káder-kérdés, és jogos az a kérés a Magyar Tudományos Akadémia elnöksége felé, hasson oda az illetékes szervek útján, hogy erre a számos műszaki, kémiai, biológiai szempontból szükséges és tervezői vonalon is igen értékes tématerületre minél több fiatal káderutánpótlást kaphassunk.



HIDROLÓGIAI ÖSSZEFOGLALÓ

MOSONYI EMIL

Kossuth díjas lev. tag

A szakosztályok az elhangzott előadások és vita nyomán az alábbi tudományos eredményeket érték el és az alábbi javaslatokat terjesztik a Kongresszus elé.

I. FÖLDALATTI VIZEK SZAKOSZTÁLYA

Tudományos eredmények

1. A kutak vízszállítással és a talajvízszintsüllyesztéssel kapcsolatban egyes elméleti kérdések tisztázása történt meg, különös tekintettel az áteresztőképességi tényező szerepére.

2. Az alföldi talajvízállás-változások néhány meteorológiai és geológiai tényezővel való kapcsolata tekintetében a vizsgálatok részeredményekre vezettek.

3. A talajvízállás-változásoknál a hely és idő szerinti vizsgálatok módszertanának meghatározása történt meg.

Javaslatok

1. Kívánatos, hogy a különböző jellegű kutakban az áramlás, hőmérséklet és sótöménység rendszeres mérése meginduljon.

2. Kívánatos a talajvízszintsüllyesztés gazdaságos végrehajtásának érdekében az új pneumatikus talajmintavevő-készülék sürgős legyártása.

3. Kívánatos, hogy az alföldi talajvízviszonyokkal foglalkozó kutatások koordinálása mielőbb megtörténjék.

4. Kívánatos és szükséges, hogy a különböző szakterületek kutatói a talajvízszint-vizsgálatokat tekintve tervszerűen és rendszeresen együttműködjenek.

5. A talajvízproblémák megoldásánál nélkülözhetetlen az áramlás módjára, irányára és sebességére vonatkozó vizsgálatok mielőbbi megindítása.

6. Az ártézi kutakkal kapcsolatban kívánatos egy olyan szerv felállítása, amely az ártézi kutak minden ügyével (mint például a kutak létesítése, az ártézi kutak regenerálása, a korrozió elleni védekezés stb.) szakszerűen foglalkozik.

II. VÍZRAJZI ÉS HIDRAULIKAI SZAKOSZTÁLY

Tudományos eredmények

1. A hidromechanikai kisminta kísérletezés fejlesztésének érdekében kialakult vita a mechanikai hasonlóság alapvető tételeit boncolta, és az elmélet fejlesztése tekintetében is figyelemreméltó elméleti megállapítások történtek:

a) Az úgynevezett méretarányhatás szerepe elméletileg lényegesen tisztázódott.

b) A különböző méretarány kísérletsorozat eredményeinek felhasználása szükséges a méretarányhatás általános törvényszerűségeinek meghatározására az invariáns jellegszámok figyelembevételével.

2. Vizgazdálkodásunk rohamos fejlődésének és a hidrográfiai adatgyűjtés technikájának kvalitatív és kvantitatív elméleti összehangolása szükséges.

Az összes elméleti és gyakorlati szempontok mérlegelése alapján nyilvánvalóvá vált, hogy vizgazdálkodásunk fejlesztésének tudományos előmunkálataihoz széleskörű folyamatos hidrográfiai észlelések szükségesek.

3. Felszíni vízkészleteink feltárásának módszere végleges megállapítást nyert a komplex hidrológiai kutatás elméleti alapjainak tisztázása által. Mivel folyóink vízgyűjtő területe országhatárainkon túlnyúlik, a kutatásnak feltétele a szomszédos népi demokráciák szakintézményeivel és kutatóival való szoros együttműködés.

Javaslatok

1. Kívánatos, hogy a hidrotechnikai kísérletezés terén a méretarányhatás kérdését mind elméleti, mind kísérleti úton a kutató intézetek és laboratóriumok rendszeres beható vizsgálat tárgyává tegyék. A kísérletek torzított- és mozgómedrű kisminták vizsgálatára is terjedjenek ki.

2. Kívánatos, hogy a folyamatos észleléseket a vízrajzi kutatás minden terén bevezessék.

3. Kívánatos, hogy a folyamatos észlelések végrehajtásához egységes és a hazai viszonyoknak megfelelő vízállásjelző műszertípus kialakítása és honi sorozatgyártásának mielőbbi megindítása megtörténjen.

4. Kívánatos, hogy az átfogó folyamszabályozási tervezésnél a légi úton készített fototérképek használatát lehetővé tegyék.

5. Kívánatos, hogy a hidrológiai tudományos kutatást és a vízgazdálkodási tervezést folyóinkra vonatkozó és az eddigi kutatási eredményeket és munkákat összefoglaló monográfiák kiadásával segítsék.

6. Kívánatos, hogy ugyanebből a célból a teljes magyar hidrológiai bibliográfiát összeállítsák és kiadják.

7. Kívánatos a szomszédos baráti államokkal való együttműködés keretén belül:

a mérési és adatfeldolgozási módszerek kölcsönös megismerése és lehető egységesítése,

a nemzetközi hidrometeorológiai kongresszusok rendszeresítése és

a nemzeti hidrológiai bibliográfiák évenkénti kiadása és kicserélése.

8. Kívánatos, hogy a nemzetközi hidrológiai és meteorológiai együttműködést biztosító Állandó Nemzetközi Bizottság felállítására a Magyar Tudományos Akadémia tegye meg a kezdő lépéseket.

III. HIDROKÉMIAI ÉS HIDROBIOLÓGIAI SZAKOSZTÁLY

Tudományos eredmények

1. A vizek agresszív tulajdonságainak vizsgálatára vonatkozó eljárások elméleti és gyakorlati egyszerűsítése.

2. A vizek helyszíni vizsgálatára alkalmas új módszerek tudományos alapelveinek tisztázása.

3. Az ívóvizek minősítésére vonatkozó statisztikai-matematikai feltételek tisztázása hazai vonatkozásban.

4. Irányelvek felállítása az ívóvizek íz-érezéssel alapuló minősítésére.

5. Szempontok kitűzése az ipari szennyvizek mennyiségének, káros hatásának csökkentésére és a bennük levő hasznosítható anyagok visszanyerésére.

6. A biológiai szennyvíztisztító-berendezések működésének elbírálásához szükséges irányelvek megállapítása.

7. Tekintettel arra, hogy vízfolyásaink, vízgyűjtőterületeink nagyrészt túlnyúlnak az ország területén, szükséges, hogy a hidrológiai kutatáshoz hasonlóan a folyóvizek tisztántartása érdekében is szoros együttműködés jöjjön létre a népi demokráciák között.

Javaslatok

1. A Magyar Tudományos Akadémia bízta meg a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetet, hogy ipari szakértők bevonásával végezzen kutatómunkát a szennyvíz mennyiségének csökkentése és a felhasználható anyagok kinyerése céljából.

2. A Haltenyésztési Kutató Intézet indítsa meg a vízminőségjelző-szolgálat megszervezését.

3. A szakosztály szükségesnek tartja az új szennyvízszabvány mielőbbi elkészítését.

4. A Magyar Tudományos Akadémia állapítsa meg hazai viszonylatban a szennyvízkutatás tematikáját fontossági sorrend szerint.

5. A Magyar Tudományos Akadémia Hidrológiai Főbizottsága szorgalmazza a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet mielőbbi teljes munkábaállítását.

6. A szakosztály szükségesnek tartja mind a használati, mind a szennyvízkérdések kutatására alkalmas káderek kiképzését.

7. A vízvizsgálatokkal foglalkozó Intézmények vizsgálati adataikat statisztikai-matematikai feldolgozásra alkalmas formában gyűjtsék.

8. A Magyar Tudományos Akadémia vétesse fel valamelyik kutató intézet tervébe a különböző építőanyagok viselkedésének tanulmányozását az agresszív vizekkel szemben.

II.

METEOROLÓGIAI RÉSZ

IV. Szinoptikus meteorológiai szakosztály előadásai

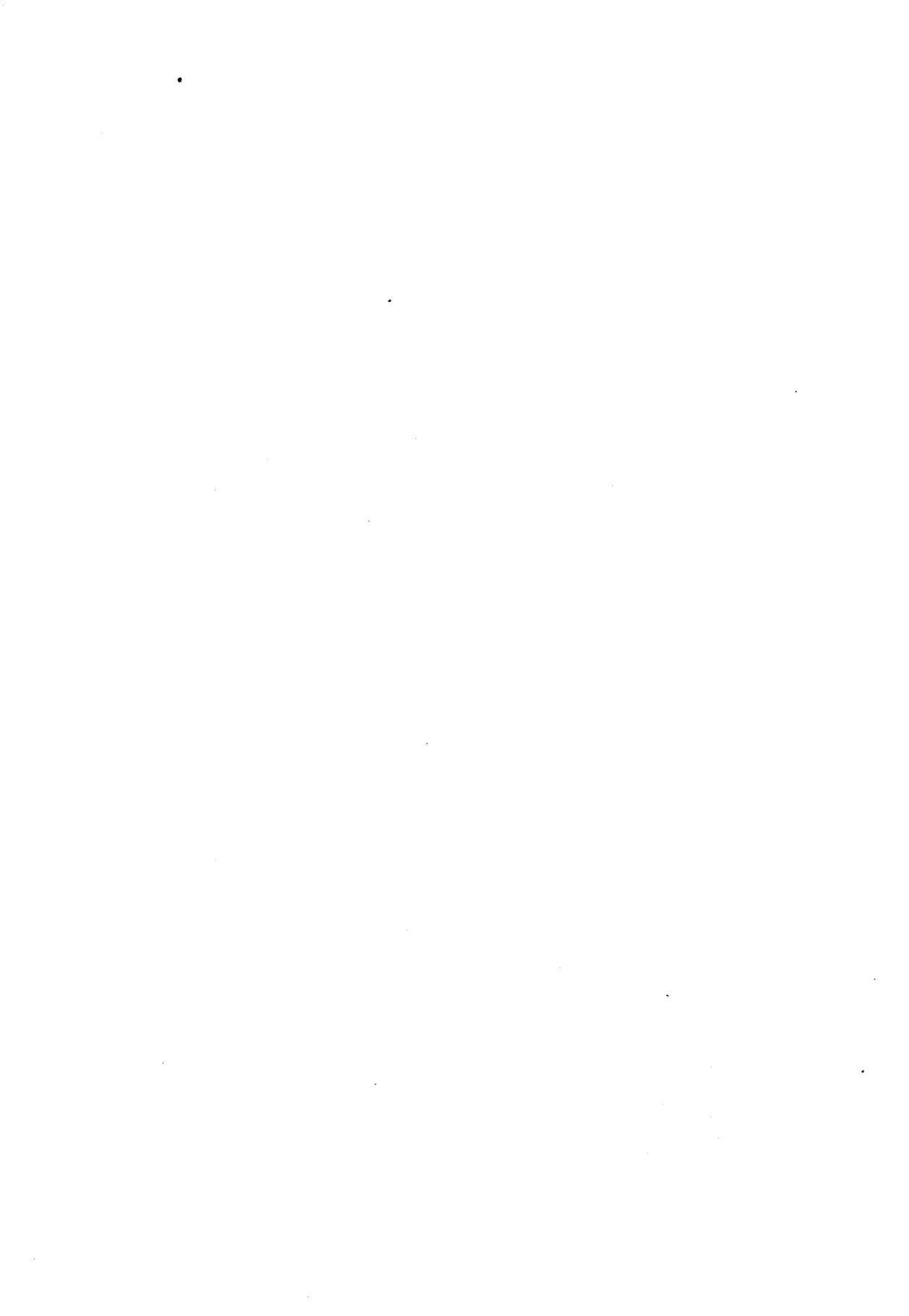
1952. november 26., 28., 29.

571—650. l.

V. Klimatológiai és agrometeorológiai szakosztály előadásai

1952. november 27., 28., 29.

651—730. l.



ZÚZMARAMÉRÉSEK A LOMNICI-CSÚCSON ÉS EGY ÚJ MŰSZER A ZÚZMARALERAKÓDÁSOK ÖNMŰKÖDŐ REGISZTRÁLÁSÁRA

M. KONČEK

A Magas Tátrában, a Lomnici csúcson 2634 m tszf. magasságban 1940-ben létesített magaslati obszervatórium többek közt lehetővé tette a zúzmarakerakódások rendszeres mérésének bevezetését.

A zúzmara, mely télen, ködös időben és gyenge légáramlás esetén főleg vékony tárgyakon képződik, kétféle: kristályos zúzmara és szabálytalan zúzmara. Az utóbbi a hegyek közt magukban a felhőkben képződik, rendszerint alig valamivel fagypontra alatti hőmérsékleten, mikor a szublimáció finom jégkristályok megalakulásával játszódik le, apró túlhűlt vízcseppek egyidejű jelenlétében, melyek a tárgyakkal való érintkezéskor azonnal megfagynak. Ezáltal alakatlan jégbevonat képződik, mely a széllel szemben növekszik. Kristályos zúzmarának nevezzük azokat a zúzmarakerakódásokat, melyeknél a szublimáció még igen lényeges szerepet játszik és így a kristályos alak a túlnyomó. A szabálytalan alakú zúzmara esetén viszont a túlhűlt vízcseppek megfagyása a túlnyomó. Természetesen nehéz pontos határt vonni a kétfajta zúzmarakerakódás között.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a hegységekben két különböző szint fordul elő gyakoribb zúzmarakerakódással, míg a két szint között a zúzmarakerakódás lényegesen ritkább. Ez legalább is a Magas Tátra déli lejtőire érvényes és azzal magyarázható, hogy az alacsonyabb rétegben kb. 1500 m-ig a kristályos vagy a szabálytalan alakú zúzmara főleg a stratusfelhőkben képződik, míg a magasabb rétegekben 2000 m magasságtól felfelé a zúzmarakerakódás főleg az altostratus vagy nimbostratus felhőkben keletkezik. Skalneté Pleson, mely a Lomnici csúcs délkeleti lejtőjén 1783 m magasságban fekszik, alig fordul elő zúzmarakerakódás. Nincs kizárva, hogy ezt az ott gyakran fellépő nyugati irányú viharos bukószelek okozzák.

A zúzmarakerakódás mennyiségének mérése a Lomnici csúcson a következőképpen történik. A méréshez szükséges műszer két, 32 mm átmérőjű és 1 m hosszúságú farúd, ahol a rudak vízszintesen és egymásra merőleges irányban állanak: az egyik észak-déli, a másik kelet-nyugati irányban. A lerakódott jég egész megmért vízmennyiségét kilogrammokban fejezzük ki, ez a mennyiség a mérőrudak egész hengerfelületére vonatkozik négyzetméterenként kilo-

grammokban kifejezve. Eredménynek a két rúd átlagát vesszük. A mérés naponta háromszor történik helyi idő szerint 7, 14 és 21 órakor. Megszakítás nélküli mérés minden egyes összefüggő zúzmaralerakódás esetén — tekintet nélkül annak időtartamára — nem vált be, mert nagyon erős jéglerakódáskor, amely ezen a hegyvidéken előfordul, a lerakódott jég súlyánál fogva teljesen vagy részben hirtelen leválik a mérőrúdról.

A lerakódás t. i. nem mindig a szélirány ellen történik és nem is mindig a mérőrúd eredeti átmérőjére rakódik le, hanem mindig egy kicsit oldalt is, úgyhogy a jégtömb mindig szélesebb és szélesebb lesz. Feltételezhetjük, hogy a jéglerakódás a lavinatörvény szerint, tehát az idő négyzetével arányosan történik. Három egymásután következő mérés eredménye tehát nem ad megbízható alapot az egész napi jéglerakódás mennyiségének megállapításához. A mérési időtartam 10 : 7 : 7, míg a lavinatörvény ideális időtartama 2 : 1 : 1 arányú lenne. Másrészt nem szabad elfelejteni, hogy a jégtömb erős növekedésével a körülötte lévő levegőben az aerodinamikai viszonyok is lényegesen megváltoznak és örvényképződés következtében a jéglerakódás később gyengül.

A szél tehát a zúzmara lerakódásánál igen fontos szerepet játszik. Szabadon felállított merőleges rudaknál jól látható, hogy a földhöz vagy hóréteghez közelebb fekvő rétegben a jégképződés gyenge, a felülettől távolodva erősödik. Ez a magassággal hirtelen növekvő szelerősségnek tulajdonítható.

Mint látható, a zúzmaralerakódás mérésnek a hegységekben sok akadálya van, úgyhogy abszolút mérésekről alig lehet szó. Még kevésbé lehet az ilyen módon nyert értékeket pl. a leesett csapadékmennyiséggel összehasonlítani, pedig valószínű, hogy a zúzmaralerakódás lényeges vízmennyiséget ad. Mindenesetre a zúzmaralerakódás mennyiségének átszámítása a hegytömbre lényegesen kevesebb vízmennyiséget ad, mint ami a szabadon felállított rúddal napi háromszori méréssel kapható. A zúzmara a széliránnyal szemben képződik, nem lehet tehát a közönségesen hullott csapadékkal összehasonlítani.

Az időjárási helyzetet, mely mellett a zúzmara képződik, még nem lehetett kellőképp megvizsgálni, miután a rendelkezésre álló mérések legnagyobb része a háborús időkből származik. Ezek az időjárási térképek nem állnak rendelkezésre. A legnagyobb mennyiségű zúzmarát 24 óra alatt 1948-ban jegyezték fel, ez 209,3 kg/m² volt jún. 24-én. Az általános időjárási helyzetet akkor nedves-hideg légtömegeknek a norvég és skandináv tenger felől történő beáramlása jellemezte. A légnyomáseloszlás a következő volt: magas légnyomás a brit szigetek felett, alacsony légnyomás Közép-Európa keleti része felett. Hasonló időjárási helyzet jellemzi az 1949 júniusi kiadós zúzmaralerakódásokat, amelyek a legnagyobb havi összeget adták: 500 kg/m² értékben.

A klimatológiai feldolgozások a Lomnici csúcson 7 év alatt (1941—1944 és 1947—1949) végzett zúzmara megfigyelésekről a következő eredményt adták: Az egyes hónapok átlagértékei a következők: január 114, február 85, március 88, április 111, május 74, június 180, július 99, augusztus 54, szeptember 88, október 111, november 111, december 111.

tember 69, október 82, november 108, december 95. Évi összeg: 1160 kg/m². A zúzmaraképződés napok száma az egyes hónapokra átlagban: január 18, február 16, március 16, április 15, május 8, június 9, július 6, augusztus 3, szeptember 5, október 8, november 14, december 15, évi összeg: 132 nap.

Mint a részleges kimutatásból látható, kiadós zúzmaralerakódás a Lomnici-csúcson minden hónapban lehetséges. Arktikus légtömegek betörése a csekély abszolút vízgőztartalom miatt lényegesen kevesebb zúzmaralerakódáshoz vezet február-március hónapokban. A hőmérséklet és egyúttal az abszolút nedvesség emelkedése áprilisban erőteljesebb zúzmaraképződést okoz. Májusban az átlag ismét csökken. A júniusi és részben a júliusi nagyobb mértékű zúzmaraképződések az 1948 és 1949 júniusi és részben az 1942 és 1943 júliusi zúzmaraképződésekből erednek. A legkisebb értéket, az átlagban legmelegebb augusztus mutatja. Augusztus után nő a zúzmaralerakódás mértéke. Decemberben kis csökkenés mutatkozik, ami a megfigyelési sorozat rövidsége miatt nem megbízható eredmény.

A zúzmaralerakódásos napok száma az egyes hónapokban lényegesen szabályosabb képet ad, mint a vastagságoké és határozott maximumot mutat télen novembertől ápriliséig, augusztusban pedig kifejezett minimumot.

A zúzmaralerakódás intenzitása egyetlen napon, nyáron nagyobb, mint télen. Ez azzal függ össze, hogy télen gyakrabban vannak ugyan zúzmaralerakódások, de kisebb mennyiségben, nyáron viszont ritkábban fordulnak elő, de jóval nagyobb mennyiségben, amint azt az 1948 és 1949 júniusi feljegyzések bizonyítják.

Ugyanazt bizonyítják a 24 órás abszolút maximumok is az egyes hónapokban. A legnagyobb mennyiségek 200 kg/m²-nél is többet mutatnak a nyári feljegyzésekben.

Zúzmaraképződés nélküli volt a 7 éves időközben 1947 májusa, 1943 és 1944 augusztusa és 1949 szeptembere. A 7 április közül 5-ben a jéglerakódások mennyisége több volt, mint 1000 kg/m². Miután a zúzmaravastagságot naponta háromszor mérték, legalább részben megállapítható volt a napi menet is. Átlagban az egyes időközökre a következő mennyiségek jutnak. 21—7 óráig: 5,1, 7—14 óráig: 3,0 és 14—21 óráig: 3,6 kg/m². Láthatjuk, hogy a zúzmaraképződés éjjel kiadósabb, mint nappal, ami természetesen a kisugárzásra vezethető vissza. Bizonyos szerepe van az időközök egyenlőtlen hosszának is a lavinatörvény figyelembevételével.

Rink a Schneekoppén végzett méréseivel a legmagasabb értékeket a délutáni és esti órákban kapta, míg a délelőtti órákban végzett mérései a fentiekkel egyeznek.

Hogy a zúzmaralerakódások összefüggését más meteorológiai elemekkel tanulmányozhassuk, 128 olyan esetet vizsgáltam meg, midőn a zúzmaraképződés 24 óra alatt legalább 10 kg/m². Alapul szolgáltak a 7, 14 és 21 órás

terminusmegfigyelések, mivel pontosabb időadatok a jelenségek lefolyásáról nem álltak rendelkezésemre.

A relatív nedvesség értékei intenzív zúzmaraképződésnél megközelítették a telítettséget. Főfeladatomban volt a zúzmaraképződést, a hőmérséklettel és szélerősséggel összehasonlítani.

Eredményül adódott, hogy az erősebb zúzmaraképződés leginkább kevéssel 0° alatt fordult elő. A hőmérséklet csökkenésénél az erősebb jéglerakódások száma gyorsan csökken, -3°C alatt ez a csökkenés lényegesen lassúbb és végül -22 és -25°C -nál megszűnik.

A fent említett eseteknél az átlagos szélerősség 6,1 Beaufort fok volt a gyenge 0 alatti hőmérsékletnél, és majdnem 9,0 Beauf. -20°C alatti eseteknél.

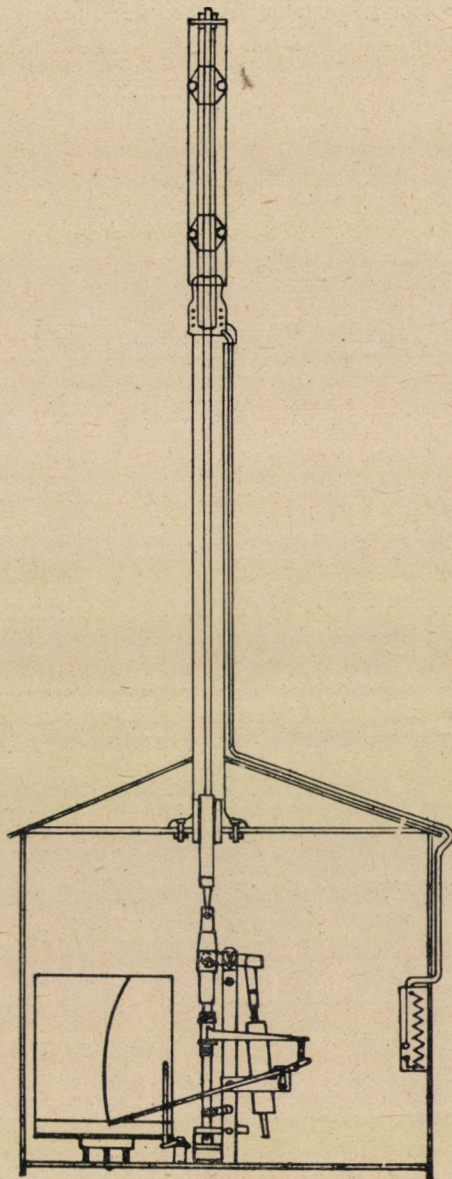
Ez azt jelenti, hogy zúzmarakerakódások leggyakrabban kevéssel 0° alatti hőmérsékletnél lépnek fel és süllyedő hőmérsékletnél csökken a lerakódások intenzitása. A szél erősségének szerepe viszont annál nagyobb a zúzmaraképződésénél, minél alacsonyabb a hőmérséklet. Másszóval zúzmaraképződéshez elég a kevéssel fagypontra alatti hőmérséklet aránylag gyenge széllel, ezzel szemben mennél alacsonyabb a hőmérséklet, annál erősebb szélre van szükség. Úgy látszik, hogy a zúzmaraképződés hatása -23°C hőmérsékletnél és kevéssel a 9 Beauf. szélebség alatt van. Közel egyforma feltételek mellett a képződés annál intenzívebb, minél erősebb a szél: ez valamivel 9 Beauf. alatt van.

Átlagos hőmérsékleti értéként a legalább 10 kg/m^2 zúzmarakerakódáshoz -5 és -6°C közötti értéket kaptam, ami Rink eredményeivel teljesen egyezik.

Számértékeink összehasonlítása más szerzők eredményeivel alig lehetséges, mert a zúzmaramérésnél minden esetben más mérési módszereket alkalmaznak. Rink méréseit, melyeket 1936—37-ben a Schneekoppén végzett, közvetlenül egy függőleges, a szélre pedig merőlegesen felállított 400 m^2 felületű fémlemezre vonatkoznak, míg a Lomnici-csúcsra végzett mérési eredmények a mérőrúd egész felületére lettek átszámítva, ami nyilvánvaló alacsonyabb értékeket adott. Ha csak a fél hengerfelületet vesszük, akkor is túl alacsony értékeket kapunk, úgyhogy az átszámítások alapjául a legjobb a mérőrúd hosszát venni.

Végül a legalább 6 napos zúzmarakerakódási periódusokat vizsgáltam október és május időtartamára. Nyáron természetesen magasabb hőmérsékletnél hosszabb megszakítás nélküli periódusok fordulnak elő zúzmarák nélkül. Télen a zúzmaránélküli periódusokat a gyenge felhőzet, nagy szélebség és relatív nedvesség jellemzi. Nyilván anticiklonális zsugorodási inverzióról van szó. Tavasszal ellenben a magasnyomású területeken gyakran jelentékeny felhőzet mellett elég magas relatív nedvesség lép fel, ami ebben az évszakban az igen erős napi konvekciónak tulajdonítható. Télen nagyon alacsony hőmérsékletnél néha zúzmaraképződés nélküli periódusok is előfordulnak,

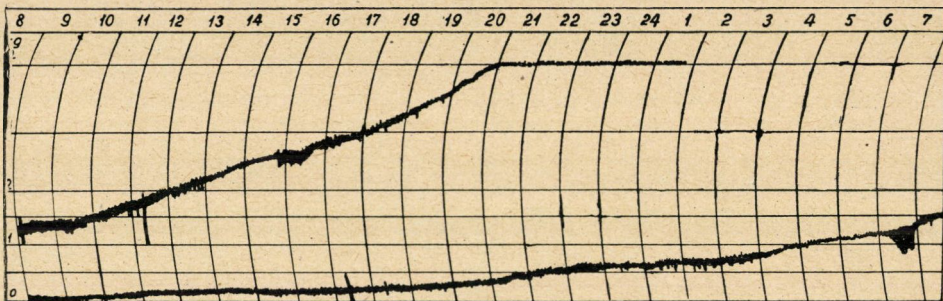
ami a hideg levegő csekély abszolút nedvességtartalmának tulajdonítható. Minden zúzmaralerekódás nélküli periódusra, mind a hideg, mind a melegebb évszakokban az aránylag gyenge szelek jellemzők.



1. ábra

Hogy a zúzmaralerekódás képződéséhez szükséges feltételek vizsgálatát elvégezhessem, egy önműködő műszert terveztem (1. ábra).

Csak vízszintes rudak szerkezete mint felfogó nem jöhetett számításba. Számolni kellett a folyamat kezdeténél a nagy megterheléssel, ami erős szélnél a műszer munkáját megnehezíti. Csak a mérlegelv jöhetett számításba. Legnehezebb volt egy olyan mozgatható berendezés előállítása, amely a mérlegműködést olyképpen teszi lehetővé, hogy a műszer a lerakódással járó fokozatos megterhelésre reagáljon. Ez a felfogó rész természetesen csak egy merőleges henger lehetett, amely egyrészt gyengíti az uralkodó szél befolyását a műszerre, másrészt csökkenti a folyamatnak a műszerre gyakorolt megterhelését és a szél hatását a regisztrálásra lehetőleg kizárja. Egy merőlegesen álló hengernél azonban a felfogott jéglerakódás mennyisége azon szög cosinusával fordítottan arányos, amelyet a lejtőn áramló szél a vízszintes síkkal bezár.



2. ábra

Miután azonban nem állandó klimatológiai értékekről van szó, hanem a folyamat kezdetének képzéséről, az abszolút értékek csökkenése, melyet a levegő mozgásiránya a vízszintes felületre gyakorol, nem játszik szerepet.

A főprobléma az volt, hogy a műszer felvevő hengerét a folyamatból kikapcsoljuk és a mérlegberendezés mozgathatóságát biztosítsuk. A Lomnici-csúcson bevezetett villany lényegesen megkönnyítette ezt a feladatot, mert meg volt a villanyfűtés lehetősége.

Elméletileg nehéz volt a szükséges hőenergiát a felfogó aljára kiszámítani. A lehülés nagysága a Lomnici-csúcson alacsony hőmérsékletnél a viharos szélnél igen nagy. A fűtésnek tehát olyan intenzívnek kell lennie, hogy a műszer mozgó részét a folyamattól mentesítsük; túl erős se legyen a fűtés, mert akkor a felvevőhengerről a lerakódás leválhat.

A modell kipróbálása után a pozsonyi egyetem fizikai és természet-tudományi fakultásának demonstrátora, finomműszerésze, Kiss László, utasításaim alapján elkészítette a műszert. Mult év december végén a Lomnici-csúcson fel is állítottuk. Hiányosságok mutatkoztak, amiket ki kellett küszöbölni. A henger nyakánál (alján) alkalmazott fűtés gyengének bizonyult és

felületileg is kicsi volt. Erős zúzmaránál a mozgékony henger és a műszer nem mozgatható részén keletkező jéglerakódások egyesültek, ami a műszer működését megbénította.

A tapasztalatok alapján ez év augusztusában a műszert üzembe helyeztük, miután a Lomnici-csúcs obszervatóriumának vezetője, Mrkoš Antal, egy szabályozható lépcsőzetes fűtést alkalmazott, amely az uralkodó lehülési viszonyokhoz alkalmazható. Az összes javítások után sikerült több használható feljegyzést kapni. Különösen a f. évi szeptember 23—24 és 24—25 feljegyzések igen tanulságosak. A műszer ekkor olyan összfüggő lerakódást mért, amely 5 kg jéggel terhelte a felfogót. A rudakon mért jéglerakódás mennyisége átszámítva az egész hengerfelületre kerekén 68 kg/m^2 , vagy a felületre 136 kg/m^2 és a rúd hosszmetzetére 204 kg/m^2 . Ilyen nagy jéglerakódások évenként átlag $1\frac{1}{2}$ -szer fordulnak elő (2. ábra).

A műszerrel való kísérletekből bebizonyosodott, hogy a zúzmaralerakódások feljegyzéséhez önműködő műszer előállítása lehetséges, amely gondos kezeléssel jó eredményeket ad. Bizonyára még lehet a műszeren javításokat végezni, de a folyamatos zúzmarafeljegyzések problémája magaslati hegy-csúcscon, a lehető legelőnytelenebb viszonyok mellett, a műszerrel megoldható. A műszer feljegyzései a felhőkkel összefüggő kondenzációs és szublimációs folyamatok kérdéseire is lényeges segítséget nyújtanak.

HOZZÁSZÓLÁSOK

AUJESZKY LÁSZLÓ

Örömmel üdvözlöm azt a nagyon értékes kutatást, amelyet Konček professzor bemutatott. Magyarországon ma igen nagy számmal létesülnek magasfeszültségű légvezetékek, melyeknek üzeme szempontjából a zúzmarának óriási jelentősége van. Ezért a magyar meteorológiának adatokat — lehetőleg pontos mérési adatokat — kell szolgáltatnia az előforduló zúzmaraveszélyről. Etekintetben eddigi módszereinket is a csehszlovák elvtársaknak köszönjük. Hrudicska elektromérnök módszerét próbáltuk használni, amely azonban nem regisztráló módszer volt, hanem csak leolvasásokra adott alkalmat. Kívánatosnak látszanék a Konček professzor által feltalált műszer használatba vétele nálunk is, ezért azt a kérdést intézem hozzá, hogy vajjon ez a műszer, amely magas hegyi viszonyok számára készült, használható-e — véleménye szerint — síkföldi viszonylatban is, és amennyiben igen, van-e lehetőség egy kísérleti példány beszerzésére.

KONČEK professzor válasza

Aujeszky professzor azt a kérdést intézte hozzám, hogy használható-e ez a műszer a magyar területen is, ahol a zúzmarásodás sokkal gyöngébb. A műszer bármely tetszőleges helyén használható Magyarországnak is, mert úgy lehet szabályozni, hogy ha gyenge a jéglerakódás, akkor érzékenyebb legyen és kis súlyokra is reagáljon. Ami a műszer beszerzését illeti, sajnos ez a kísérleti műszer még nincsen végleges formájában elkészítve, ez a következő év programjába tartozik és amennyiben a magyar meteorológusok be őhajtják szerezni, akkor a következő évben lépünk újból érintkezésbe egymással, amikor befejeződött a műszer végleges formájának megállapítása.

BACSÓ NÁNDOR

Nagy örömmel hallottunk Konček professzor szellemes megoldású műszeréről és már az ő felvilágosító szavai nélkül is biztos voltam benne, hogy ez a műszer alkalmazható lesz a mi körülményeink között is. Abban is biztos vagyok, hogy alkalmazandó lesz ez a műszer, mert az előbb említett gyakorlati alkalmazáson kívül egy másik szempontból is jelentős e műszer használata. Az ország fásításával kapcsolatban igen gyakran szó esett arról, hogy az erdő növeli a csapadékot. Itt most látjuk ennek a dolognak egyik megvalósulását. Az erdő zúzmara alakjában a vízszintes légáramlásból veszi ki a légköri páratartalmat. Mint Konček professzor említette, fent a Lomnici-csúcson évi 1000 milliméternyi csapadékmennyiséget ad ez. Érdekes lesz annak megállapítása az erdészet szempontjából, hogy mezővédő erdősávjaink és erdeink végeredményben mennyi vízszintes csapadékot vesznek ki az egyébként csapadék nélkül tovahaladó légáramlatokból. Remélhetőleg Konček professzor lehetővé fogja tenni, hogy ezt a műszert időről-időre tökéletesedő alakjában mi is használhassuk majd és így az ország fásításának ilyen természetű eredményeit is megállapíthassuk.

HILLE ALFRÉD

Javasolom, hogy a kongresszus határozatába foglaljuk majd bele azt, hogy nálunk is szükség van erre a nagyfontosságú mérésre, mert hiszen épülő távvezetékeink szükségletei nélkülözhetlenné teszik, hogy pontos áttekintésünk legyen a jéglerakódás mennyiségéről, tanulmányozni lehessen a jéglerakódás létrejöttét. Kívánatos, hogy mi is alkalmazzuk azokat a módszereket, amelyek másutt már hasonló cél, a szocialista országépítés célja érdekében folyamatban vannak.

A MAGYAR AEROLÓGIAI OBSZERVATÓRIUM KUTATÓMUNKÁJÁNAK IDŐSZERŰ KÉRDÉSEI

BÉLL BÉLA

a földrajztudományok kandidátusa

A felsőbb légrétegeknek mérőműszerekkel való kutatása 1783-ra nyúlik vissza, amikor Charles párizsi fizikus léghajója barométerrel és hőmérővel felszerelve, először indult kutatóútra. Azóta 170 év telt el s ezalatt Charles első felszállásából kifejlődött a meteorológiának új tudományága: az aerológia, amelyet a légkör kísérleti fizikájának is neveznek. Sajátságos munkamódszerei: kezdetben az utasokkal felszálló léghajók, sárkányok, kötött léggömbök, később a repülőgépek, rádiószondák, rakéták kezdettől fogva elkülönítették a meteorológia többi ágától. Ezek a tágas térségeket, zavartalan környezetet igénylő mérések külön obszervatóriumokat kívántak, amelyek otthonaivá váltak a fejlődő aerológiának. A pavlovszki, trappesi, lindenbergi, payerni, ilmalai obszervatóriumok központjai lettek az aerológiai kutatásnak.

A repülés fejlődésével megindult légiforgalom biztonsági szolgálatának alapjait az aerológia adta meg. Ez a körülmény az aerológia gyakorlati jelentőségét erősen megnövelte és egyúttal megteremtette a fejlődés anyagi alapjait is. Az aerológiai felszállások szaporításával és a mérőeszközök tökéletesítésével az aerológia a szinoptikus meteorológia legfőbb támaszává vált s kifejlődött a felsőbb légkör szinoptikája: a szinoptikus aerológia. Ez a fejlődő tudományág mérés-technikai téren egyre nagyobb igényekkel lép fel a mérő aerológiával szemben. Ezzel az aerológiai mérésekkel foglalkozó obszervatóriumok fontossága jelentősen megnövekedett.

Magyarországon kb. 40 évvel ezelőtt indultak meg az aerológiai mérések, de otthona ennek a fontos kutatási ágnak nem volt. A most felszerelés alatt álló budapesti aerológiai obszervatórium az öt éves terv keretében épült. A rendszeres aerológiai méréseket, a rádiószonda-felszállásokat és a magassági szél-méréseket 1952 május 1. óta az obszervatóriumban végezzük.

Mielőtt az obszervatórium kutató munkájának időszerű kérdéseit ismertetném, röviden összefoglalom a magyar aerológiai kutatás multját.

Magyarországon a felsőbb légkör kutatása 1913-ban indult meg, 15 évvel azután, hogy a Nemzetközi Meteorológiai Szervezet keretén belül a Légkör-kutató Bizottság első ülését tartotta. Ez a bizottság nemzetközi napokat jelölt ki,

amelyeken a kutatásban résztvevő intézmények egyidejűleg bocsátják fel műszeres kutató léggömbjeiket.

A magyarországi magaslégkör-kutatás a nemzetközi napokon műszeres léggömbökkel végzett légállapotmérésekből, valamint magassági szélérésekből állt. Ezeket Budapesten végezték. A mérések eredményei a Bizottság nemzetközi kiadványán : a Kék Füzeteken kívül a Meteorológiai Intézet évkönyveinek külön kötetében is megjelentek. 1915—26 között ezek a mérések szüneteltek. 1927-től egészen a második világháború végéig az aerológiai kutatás nagyjából ugyanazon a szinten maradt, mint ahogyan 1913-ban megindult. A mérési eredmények 1917—37 között a Meteorológiai Intézet évkönyveiben, 1938—1949 között pedig az Aerológiai Havijelentésekben jelentek meg. A háború után nagyarányú fejlődés következett be, amely elsősorban a légiforgalom fejlesztésével volt kapcsolatban. Jelenleg Budapesten kívül rendszeres magassági széléréseket végzünk Szombathelyen, Győrben, Miskolcon, Debrecenben, Szegeden és Pécsen. A pilótállomások szerencsés módon úgy fekszenek, hogy módot adnak a Magyarországot körülvevő hegyláncok hatásának tanulmányozására. További fejlődés az aerológiai mérések vonalán a rádiószonda-felszállások megkezdése. Az évente 24 alkalommal végzett és már elavult regisztráló műszeres felszállások helyett 1949 december 1. és 1950 szeptember 1. között kétnaponként, 1950 szeptember 1. óta naponként végzünk rádiószonda-felszállásokat, néhány hét múlva pedig megindul a kor követelményeinek megfelelő tizenkétórás időközökben végzett rádiószonda-felbocsátó szolgálatunk. A kibővült aerológiai mérések eredményei 1950 óta ismét a Meteorológiai Intézet évkönyveinek külön kötetében jelennek meg.

Az aerológiai mérések fejlődésével egyidejűleg a szinoptikus szolgálat is nagyobb mértékben használja fel az aerológiai mérések eredményeit. Hasznosaknak bizonyultak a magassági térképek, amelyek közül a szinoptikus szolgálatban a 850, 700 és 500 mb-os felületek abszolút topográfiáját és az 1000—500 mb-os réteg relatív topográfiáját használjuk. A nagy térségű időjárás helyzet analízisének és prognózisánál különösen az advekción viszonyok és az időjárás helyzet dinamikus fejlődésének megállapításánál nagyon jól felhasználhatók a Pogoszjan-Taborovszkij által kidolgozott advektív-dinamikus analízis eredményei. A frontok kifejlődésével és feloszlásával kapcsolatban azonban Magyarországon nagy figyelemmel kell lennünk az Alpok és a Kárpátok hegyláncára, amely sokszor döntő befolyást gyakorol a frontok átvonulására és időjárás következményeire.

Rá kell ezzel kapcsolatban mutatnunk a hegyláncokkal körülvett Kárpát-medence frontképző és frontfelosztó hatására, amely különösen a nyári időszakban sajátos meteorológiai jelenségek előidézőjévé válhat. Az ú. n. irányítás nélküli időjárás helyzetekben, amikor a Kárpát-medence, az Alpok és a Cseh-medence fölött egységes légtömeg nyugszik, a felhevült medencét és a hidegebb nyugati hegyrendszereket borító levegő között erős hőmérsékleti ellentét alakul

hat ki. Labilis rétegződés esetén előfordul, hogy ez a hőmérsékletkülönbség tornádószerű szélviharokban egyenlítődik ki, amelyek csak az alsó légrétegekre korlátozódnak és Magyarország határait alig lépik túl. Ilyen emlékezetes szélvihar tört ki ebben az évben június 14-én. A szélvihar legnagyobb erővel a Balatonon fejlődött ki, ahol a 32 m/sec szellőkés kitörését megelőzőleg csaknem teljes szélcsend volt. Ez a rendkívüli szélvihar az ország keleti felére már nem terjedt ki.

Ez az egy példa is arra mutat, hogy a magyarországi szinoptikus vizsgálatoknál a dinamikus folyamatokon kívül a légtömegek hőmérsékleti és energetikai sajátságait, átalakulásait fokozott mértékben figyelembe kell venni.

Éppen ezért a légtömegek analizisénél és a frontok erősségének, valamint vertikális kiterjedésének megállapításánál hasznos támpontokat adnak a függőleges metszetek, amelyekben az ekvipotenciális hőmérséklet izotermáit, a szelet, a közönséges hőmérséklet izotermáit ábrázoljuk. A függőleges metszetek irányát úgy állapítottuk meg, hogy azok a Magyarországra nézve legfontosabb időváltozások irányvonalába essenek. Két ilyen metszetet rajzolunk minden nap. Az egyik WNW-ESE irányú Aldergrove és Bukarest között, a másik SW-NE irányú Cagliari és Moszkva között (1. ábra).

Az első metszet kimutatja az uralkodó WNW széllel az Óceán felől érkező légtömegeket, délkeleti széle pedig (Bukarest) jelzi azokat a hideghullámokat, amelyek a Szovjetunió felől közelednek Magyarország felé és a Kárpátok keleti oldalán lefolyva az Alduna mentén érkeznek Magyarországra. A második metszet délnyugati fele az V/b időjárás helyzet aerológiai megvilágítását adja. Ennek felismerése Magyarországon prognosztikai szempontból rendkívül fontos. A metszet északkeleti fele a Szovjetunió felől érkező téli hideghullámok előrejelzésénél ma már nélkülözhetetlen. Különösen érdekesek ebből a szempontból Lwow és Poprád rádiószondái, amelyek a hideghullámoknak a Kárpátokhoz való közeledését és a hegyláncon való átkelését jelzik. A Kárpátmedence időjárás jellegzetessége, hogy a vertikálisan kiterjedt hideghullámok átkelnek az Északkeleti Kárpátokon, a kisebb függőleges kiterjedésűek ellenben a Keleti Kárpátokat megkerülve, néhány napi késedelemmel jutnak be Magyarországra. Fontos kérdés tehát a hideghullámok függőleges kiterjedésének eldöntése, amelynél Moszkva, Szmolenszk, Minszk, Poprád, Lwow rádió-szondái megbecsülhetetlenek. Az alacsonyabb hideghullámok kerülő útját viszont a bukaresti és a kluj-i rádiószondák jelzik.

Az ismertetett munkamódszerek a szinoptikus aerológia területére tartoznak. Ezen munkamódszerek továbbfejlesztése különös tekintettel a magyarországi speciális viszonyokra az aerológiai obszervatórium kutatási programjába tartozik. A szinoptikus aerológia a szinoptika fejlődésének az utóbbi évtizedben követett irányvonalát jelzi. A felsőbb légrétegek fizikája a rendszeres rádiószonda-felszállások bevezetésével helyet kapott az időjárás előrejelzésében és ezzel a szinoptika módszerei újabb fizikai természetű, objektív alapokat

nyertek. Ezek a módszerek hovatovább megelőzik az aerológiai mérés technikát és az utóbbival szemben bizonyos igényekkel lépnek fel.

A most útjára induló magyar aerológiai obszervatórium legfontosabb munkaprogramja az aerológiai mérés technika fejlesztése, amely egyúttal célja világszerte minden hasonló obszervatóriumnak.

Emellett az aerológiai méréseknek a szinoptikus aerológia hazai problémáihoz hasonlóan helyi jellegű feladatai is vannak, amelyeket a tágabb vagy szűkebb környezet természeti adottságai jelölnek ki. A magyar aerológiai obszervatórium ilyen természetű feladatköre önként adódik Magyarország medence-jellegéből.

A légáramlás a környező hegyek, a Kárpátok hegykoszorúja és az Alpok szélvédő hatása következtében sajátosan alakul Magyarországon. A hegyek hatása az ország 90.000 km²-nyi területén mindenütt felfedezhető és legerősebben megnyilvánul a szélirányok gyakoriságában. Így pl. Szombathelyen, az Alpok keleti lábánál a talajon és az alsó légrétegben leggyakoribb az északi szél, míg a nyugati és az északnyugati szelek aránylag ritkán jelentkeznek. Debrecenben ezzel szemben az északkeleti és a délnyugati szelek leggyakoribbak az Északkeleti Kárpátok orografikus viszonyainak megfelelően. A medence áramlási viszonyai Szegeden kialakítják az északi és a déli szelek túlnyomó gyakoriságát, Pécsen pedig a Mecsek szélárnyékában nyugati irányú a leggyakoribb szél. Budapesten az északnyugati szél fordul elő legnagyobb gyakorisággal. A talajszeleknek ez a sajátos irányeloszlása jól látható az 500 m-es magasságban is (2—6. ábra).

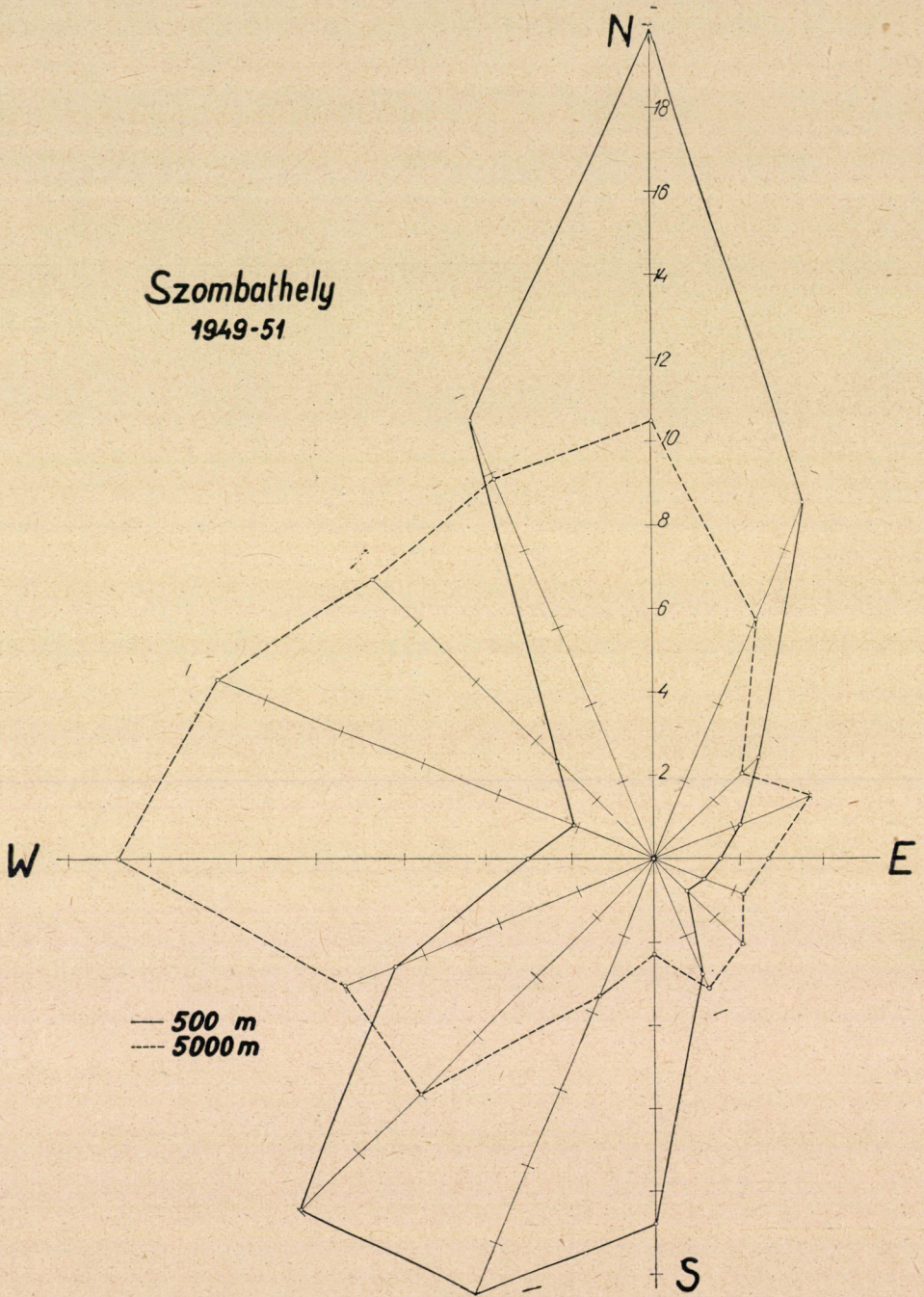
Nyilvánvaló, hogy a hegyrendszereknek ez az iránymódosító hatása felfelé nem állandó és egy bizonyos magasságban a szélirányok gyakorisági eloszlása felveszi azt a képet, amelyet az általános légcirkuláció és annak időszakos változásai Magyarország fölött létrehoznak. Ennek a zavartalan légrétegnek magasságát megállapíthatjuk, ha az egyes szélirányok gyakorisági értékének a magassággal való változását megvizsgáljuk. Pl. Budapest 20 éves megfigyelési anyaga alapján kijelölhetünk olyan szélirányokat, amelyek gyakorisága felfelé csökken, olyanokat, amelyek felfelé gyakoribbakká válnak és végül olyanokat, amelyek gyakorisága értéke felfelé nem mutat változást. Így a SW, W, valamint a szemben fekvő NE szelek gyakorisága felfelé erősen nő, az erre merőleges szélirányok pedig (NW, SE) ritkábbakká válnak. Ez a változás 3—4 km-ben még észrevehető, 5 km-ben a szélirányok gyakorisága már nem változik lényegesen. Ha a szélirányok gyakoriságát 500 és 5000 m-ben együtt ábrázoljuk, azt kapjuk, hogy a talajtól felfelé haladva az északnyugati-délkeleti szelek gyakorisága csökken a SW-NE szelek rovására. Az orográfia tehát Budapesten az előbbi szeleknek kedvez, az utóbbiakat pedig kifejlődésükben akadályozza. Ugyanígy megállapíthatjuk az orografikus szélhatások módosulását a medence többi pilótállomása fölött is (6—7. ábra).

Ezen éghajlati képet kiegészíti a szélviszonyoknak egyes jellegzetes időjárási helyzetekben való vizsgálata, amely szintén feladata az obszervatóriumnak.

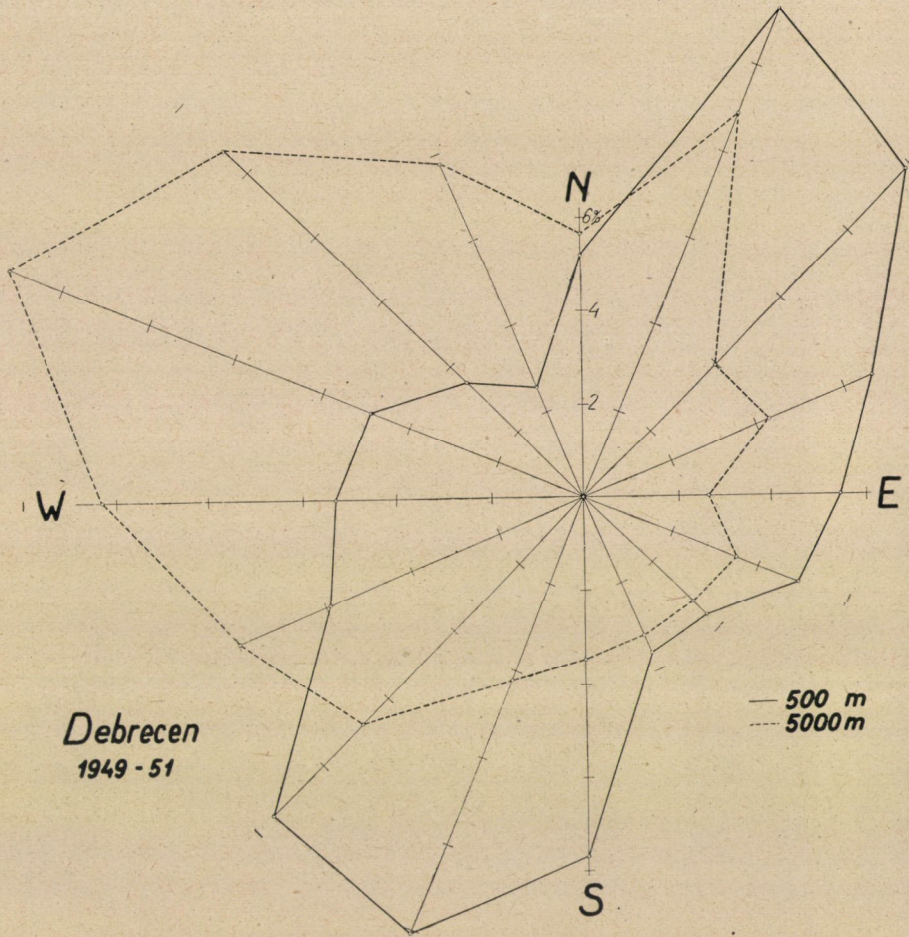
A relatív topográfia és az általa felölelt réteg középmagasságában megrajzolt abszolút topográfia együttes szemlélete elvezetett a magasban végbemenő advektív változások kvalitatív, majd számszerű meghatározásához. Az advekción egyszerű eszközökkel megállapítható egyetlen hely fölött számszerűen is. Nevezetesen, ha valamely réteg középmagasságában pilótméréssel meghatározzuk a szelet, ennek iránya megadja az állomás fölött húzódó abszolút izohipszák irányát, sebessége pedig a szomszédos izohipszák távolságát. Hasonlóképpen megrajzolható a rétegre vonatkozó relatív topográfia két szomszédos izohipszája, amelyek végeredményben a réteg középfőmérsékletének izotermái. Erre a célra a termikus szél ugyanúgy felhasználható, mint a valóságos szél az abszolút izohipszák megszerkesztésénél. A négy görbe által meghatározott négyszög területe arányos az időegység alatt bekövetkező advektív hőmérsékletváltozással, amely így tisztán szélmérésekkel számszerűleg megállapítható. Az advekción ezen számértéke a nap folyamán a szél változékonysága miatt erősen ingadozik. Éppen ezért nem elegendő egy-két időpontban való meghatározása, amelyre a magassági térkép lehetőséget nyújt, hanem minél sűrűbb megállapítása és ezzel a napi változásának nyomkövetése kívánatos. Erre a rádiószonda-mérések túl költségesek, azért az aránylag egyszerű pilótmérések az advekción folyamatos változásainak vizsgálatára nagyon alkalmasak. Erre a célra háromóránként végzünk Budapesten szélméréseket.

A megindult aerológiai kutatás a jelenleginél nagyobb tudományos és technikai személyzetet kíván. Természetesen az aerológiai obszervatóriumnak elsőrendű feladata ezek kiképzése és a kutatás szolgálatába való állítása.

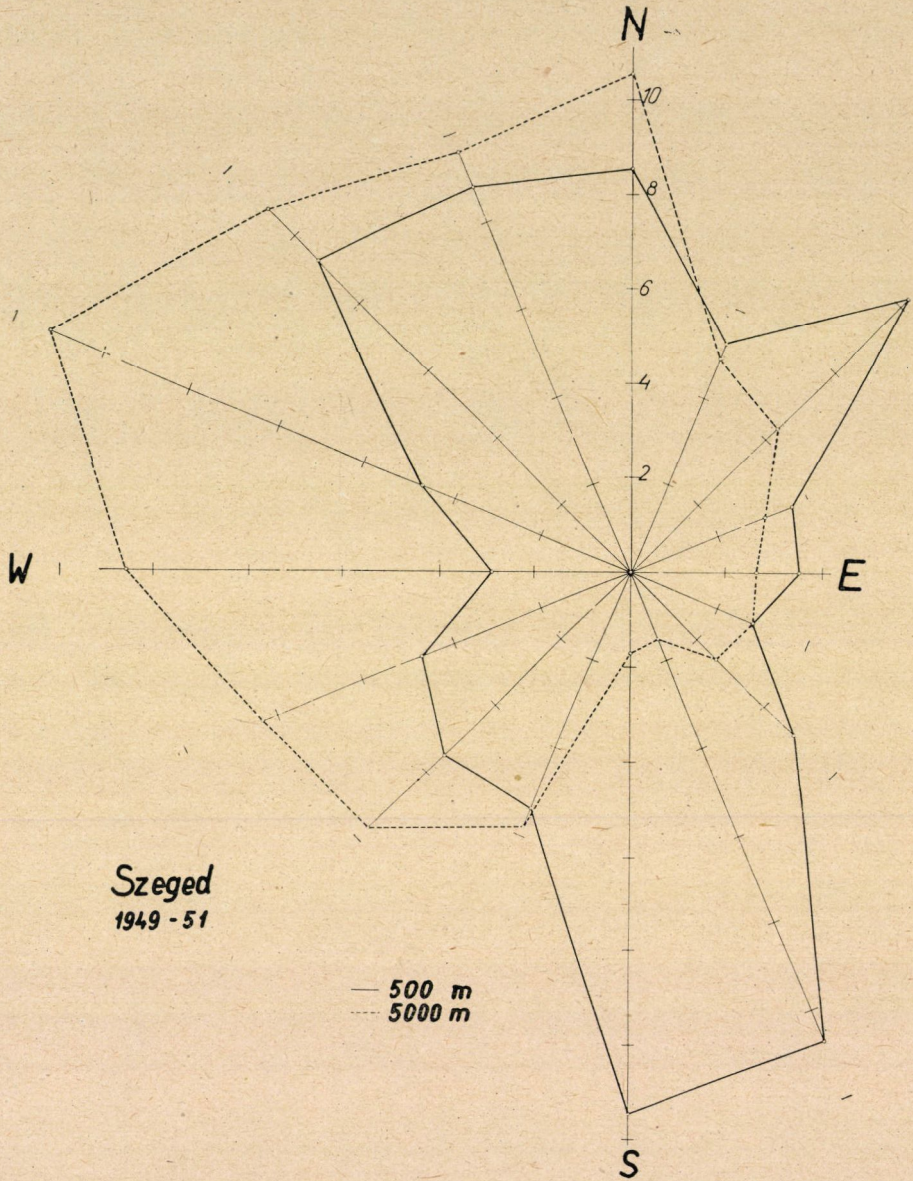
Összefoglalva azt mondhatjuk, hogy az aerológiai obszervatórium munkaprogramja az aerológiai méréseken kívül a speciális hazai vonatkozású aerológiai kérdések kivizsgálása részben a szinoptikus aerológia területén, részben pedig a felsőbb légrétegek éghajlati vonatkozásaiban. Tekintettel arra, hogy Magyarország Európának meteorológiai szempontból egyik legjellegzetesebb földrajzi egysége, az itt elért eredmények nemzetközi szempontból érdeklődésre tarthatnak számot.



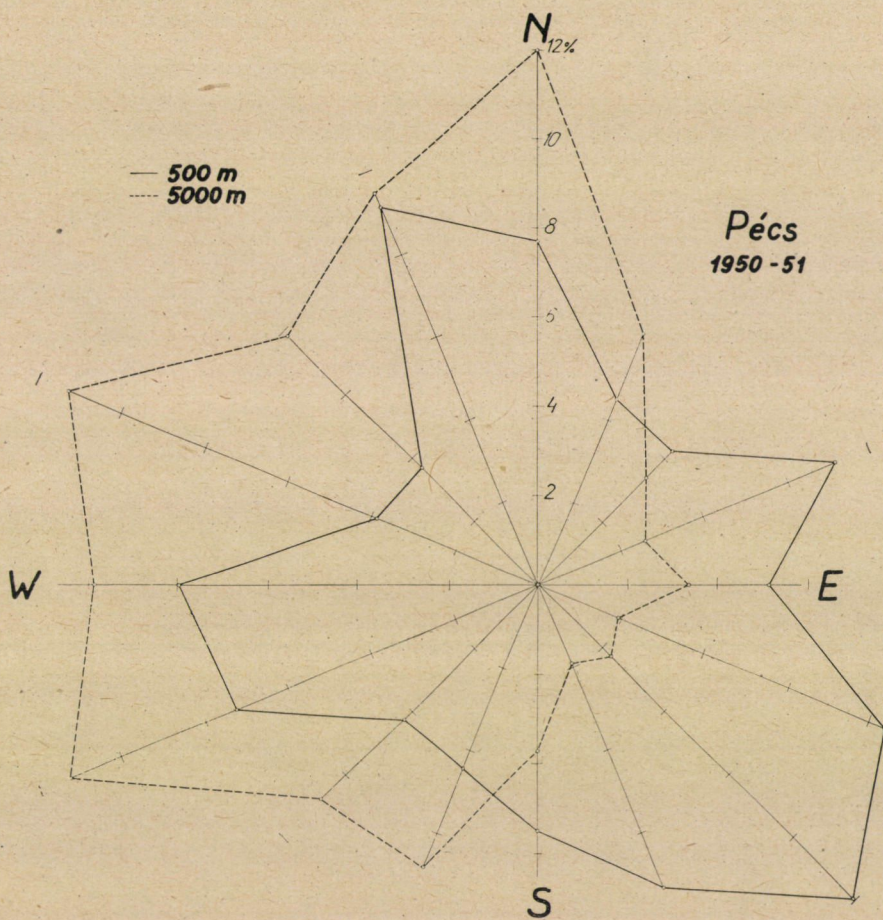
2. ábra. A szélirányok gyakorisága Szombathelyen 500 és 5000 m magasságban



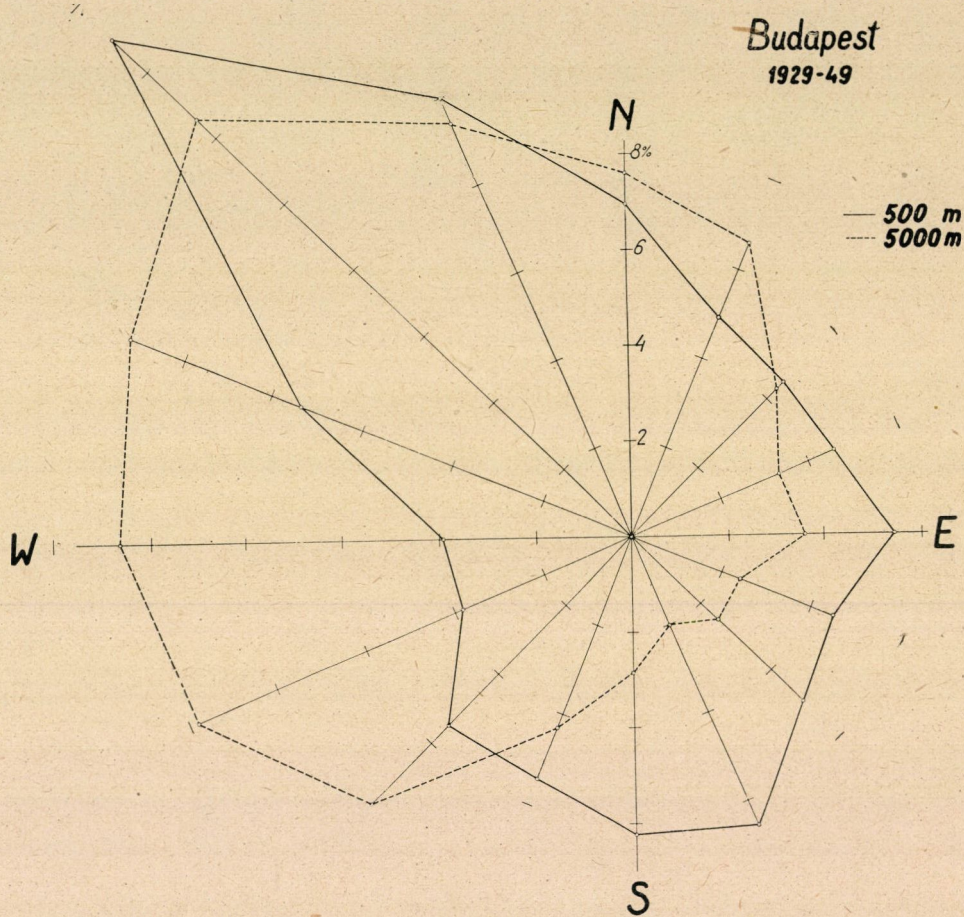
3. ábra. A szélirányok gyakorisága Debrecenben 500 és 5000 m magasságban.



4. ábra. A szélirányok gyakorisága Szegeden 500 és 5000 m magasságban

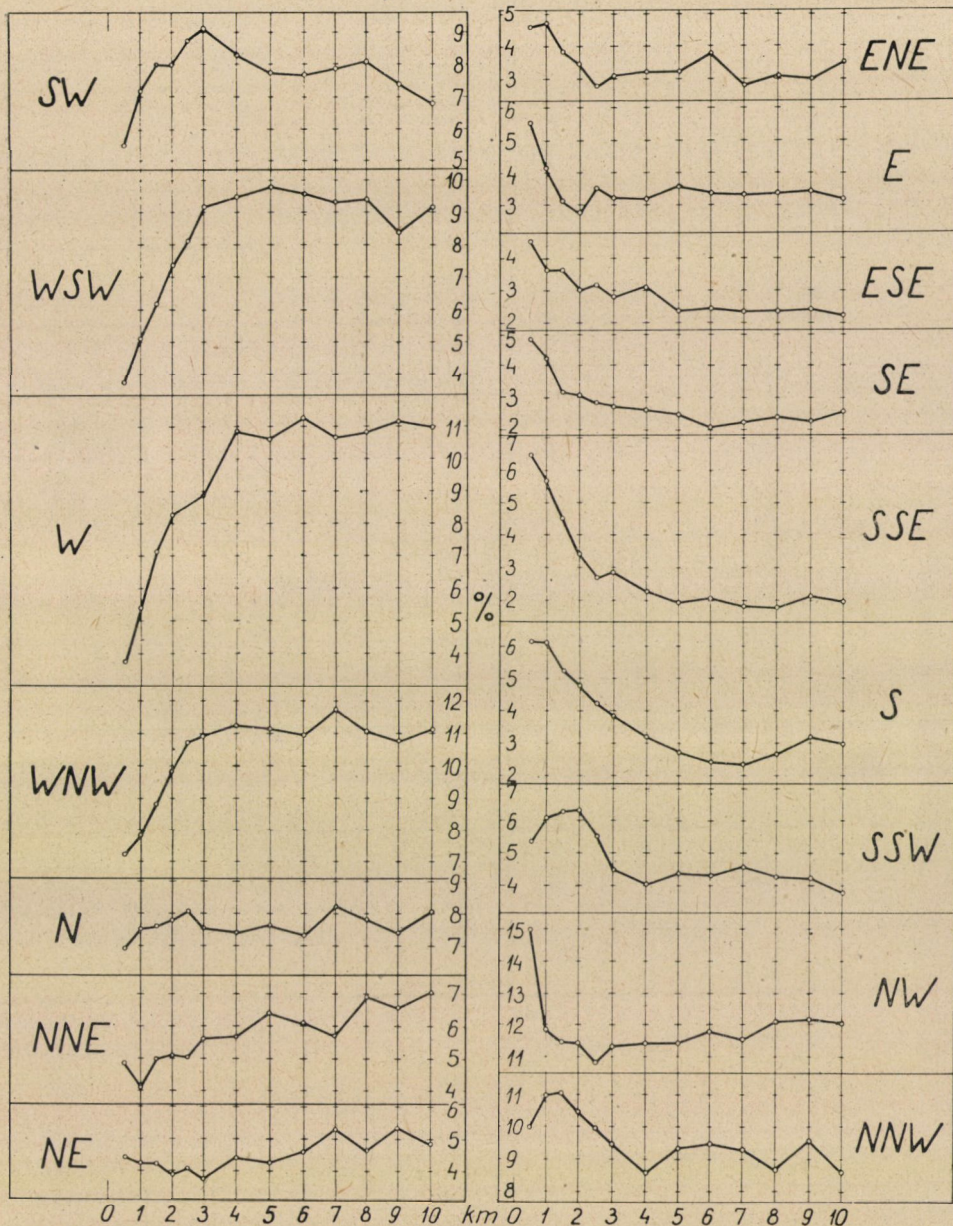


5. ábra. A szélirányok gyakorisága Pécsen 500 és 5000 m magasságban



6. ábra. A szélirányok gyakorisága Budapesten 500 és 5000 m magasságban.

Budapest 1929-1949



7. ábra. A szélirányok gyakoriságának (%) változása a magassággal (km) Budapest fölött.

HOZZÁSZÓLÁSOK

DÉSI FRIGYES

Béll Béla előadásában vázolta azt a fejlődést, amely a magyar aerológiai kutatás területén a felszabadulás óta végbement. Jóllehet, ez a fejlődés évtizedes mulasztásokat néhány év alatt pótoltt, az aerológiai kutatás területén még sok megoldandó kérdés van előttünk.

Az elhangzott előadásból hallottuk, hogy idők folyamán a fejlődő aerológia két ágra szakadt. Az egyik a kísérleti vagy mérő aerológia, amely a repülőgépes felszállások, rádiószonda-mérések rendszeresítésével lehetővé tette a másik kutatási ágának, a szinoptikus aerológiának kialakulását. Nekünk is ezen a két úton kell előbbre haladnunk, ha további fejlődést akarunk elérni.

A kísérleti aerológia problémáinak keretében Béll Béla rámutatott arra, hogy az aerológiai mérések túlnőtték a Meteorológiai Intézet épületében biztosítható kereteken s a mérőműszerek tökéletesítése csak korszerű obszervatóriumban lehetséges. Éppen ezért első feladat a befejezés előtt álló obszervatóriumban az aerológiai szolgálat és a kutatómunka megindítása. Ennek előfeltétele az ottani munkalehetőségek megteremtése és megfelelő szakkáderek kiképzése. Az eddig szerzett tapasztalatok azt mutatják, hogy a naponként egyszer végzett rádiószonda-felszállások nem elegendők sem a prognózis, sem a repülőszolgálat szempontjából. Éppen ezért hamarosan meg kell kezdenünk a napi kétszeres rádiószondázást. Hasonlóképpen tovább kell fejlesztenünk a hazai pilótszolgálatot s minden repülőterünkön fel kell állítanunk pilótozó állomást. Erre a célra több szakember kiképzése szükséges.

A szinoptikus aerológiai szolgálatban felhasználjuk a szovjet advektív-dinamikus analízis alapelveit, de tovább kell fejlődünk ezen a téren is és a jelenlegi tisztán szolgálati munkának a módszerek továbbfejlesztése, tehát a kutatómunka felé kell terelődnie. Remélhetőleg a Meteorológiai Intézet fejlődése ezt is lehetővé teszi.

Az aerológiai obszervatóriumnak ezekben a munkákban kezdeményező szerepet kell vinnie. Fontos feladata a mérési eljárások, munkamódszerek tökéletesítése, kipróbálása, a mérések irányítása és a mérési eredmények feldolgozása. Ezen a téren Béll Béla rámutatott a hazai aerológiai problémákra. A magyar medence sajtóságos földrajzi adottságai a felsőbb légrétegekben is mutatkoznak, ezek kikutatása speciálisan magyar feladat és nekünk kell elvégeznünk.

Azok az éghajlati eredmények, amelyeket az előadás ismertetett, első lépések ezen a téren. Ezt a munkát tovább kell folytatnunk. A Meteorológiai Intézet jövőévi kiadványsorozatában tervbe vettünk egy aerológiai éghajlati munkát, amely összefoglalja az ezen a téren elért eredményeket.

Nagyon fontos feladata az obszervatóriumnak a szakkáderek kiképzése, amit Béll Béla előadásának végén említett meg. Az aerológiai szolgálat egyre szélesebb körre terjed ki. A szinoptikus szolgálat, a honvédelem, a légiközlekedés, a sportrepülés speciális aerológiai szolgálatot kíván, amely alapos gyakorlati kiképzést tesz szükségessé. A Meteorológiai Intézet szűk keretében nem oldható meg ez a fontos kérdés, az obszervatóriumnak erre is be kell rendezkednie. Jóllehet, a meteorológusképzés az egyetemen történik, az egyetemi intézetek szervezetüknél fogva elsősorban elméleti kiképzést adnak. A gyakorlat

a jól felszerelt Meteorológiai Intézetben lehetséges, ahol a mindennapi szolgálatban résztvevő szakemberek biztosítják a gyakorlati ismeretek elsajátítását. Ez természetesen azt jelenti, hogy az egyetem tanszemélyzete sem szakadhat el a gyakorlattól, különben az egyetemi oktatás gyökértelemmé válik. Éppen azért az egyetemnek és a Meteorológiai Intézetnek az eddiginél sokkal szorosabb kapcsolatot kell teremtenie s meggyőződésem, hogy ez gyümölcsöző lesz mindkét intézmény számára.

BUCSY JÓZSEF

Felmerül az a kérdés, vajjon milyen légáramlási viszonyok uralkodnak 10 km-en felül a sztratoszférában.

Légkörünk e magasabb rétegéről kevés megbízható adat áll rendelkezésre, mert az általában használt egyszerű pilótléggömbös módszer a sztratoszférában már bizonytalanná válik. Ebben a magasságban ugyanis számottevő gázvesztesség származik a gumiléggömb falán keresztül való diffúzió miatt, ami a léggömb egyenletes emelkedési sebességét kétségessé teszi. Két vagy három helyről végzett egyidejű követéssel ez a hibaforrás kiküszöbölhető ugyan, de a módszer a mindennapos aerológiai szolgálatban nem alkalmazható, mert nagylétszámú személyzetet kíván. A rádiószondával ellátott léggömb követése révén is végezhetünk magassági szélmérést, amikor a nyomás, hőmérséklet és nedvesség egyidejű adataiból a magasság, az emelkedési sebesség pontosan megállapítható. Az ilyen távcsöves, ú. n. vizuális követést azonban erősen akadályozza, sőt borult időben teljesen lehetetlenné teszi a troposzféra felhőzete. A tiszta, felhőtlen állapot csak különleges időjárási helyzetekre korlátozza a megfigyeléseket.

Ilyen anticiklonális esetben néhány kiváló minőségű ballonnal sikerült rádiószondás felszállást végeznünk 20—25 km magasságig és a léggömb követésével a szélmérés is keresztülvihető volt. Ez a néhány megfigyelés, amely a nyári évszakra esett, a troposzféra magasabb szintjeiben és a sztratoszféra alsó részén nyugatias irányú légáramlást mutatott. A mérések szerint a szélsébségnek maximuma a tropopauza környezetében volt, majd e fölött sebességsökkenés következett be. Nagyobb magasságokban, 18—20 km körül keletiesé fordult a szél és sebessége jelentékenyen lecsökkent 10, sőt egyes esetekben 5 m/sec alá.

Ebből a kevés számú megfigyelési adathól természetesen nem vonhatunk le általános következtetéseket a hazánk fölötti légkör magasabb szélviszonyairól, azonban kitűnik, hogy adataink jó megegyezésben vannak hasonló külföldi eredményekkel.

A magaslégkör széleloszlására vonatkozó vizsgálatok egyes külföldi obszervatóriumokban rendszeres méréseken alapulnak. Ezekben a megfigyelő helyeken magassági szélmérésre a radar elvét használják fel. A radar módszer a léggömb irányán kívül megadja a távolságát is. Ezek az ú. n. rawin megfigyelések minden időjárási helyzetben (ködben, esőben és felhő felett) és minden napszakban (tehát éjjel is) gyorsan és aránylag kevés személyzettel keresztülvihetők. Nem kell hangsúlyozni ezeknek a méréseknek roppant nagy fontosságát mind a repülőtéri, mind pedig a szinoptikus szolgálatban.

Hazai aerológiai szolgálatunk sajnos, nem rendelkezik még ezzel a korszerű magaslégkörkutató eszközzel. Repülésbiztonsági szolgálatunk egyre fokozódó gyakorlati igényei, valamint a tudományos kutatás elméleti szempontjai egyaránt kívánatosá teszik, hogy a radar-elven alapuló szélmérések hazánkban is minél hamarabb meginduljanak.

AUJESZKY LÁSZLÓ

Az előadásnak ahhoz a részéhez szeretnék hozzászólni, amely a széliránygyakoriságnak a magasság szerinti változásával foglalkozott. Véleményem szerint az egyes irányoknak a magassággal való gyakorisági változását az orográfia idézi elő. Legyen szabad azonban felvetnem, hogy egy másik hatás is van, amely még abban az esetben is megvolna, ha nem medencében volnánk, hanem tőkéleten síkságon. Egyes stabil hőmérsékleti rétegződésű levegőfajtáknak jellegzetes tulajdonsága, hogy a szél a magasban érvényesül csak és különösen a hideg évszakban alatta vagy szélcsend van, vagy egyéb szélirányok vannak jelen. Ez természetesen szintén arra vezet, hogy a délnyugati, déli, délkeleti szelek gyakorisága a magasban nagyobbá válik.

KAKAS JÓZSEF

Az aerológiai szinoptikának ezek a mérései, amelyek a magassági széliránymódosulást mutatták, bebizonyítják, hogy mennyire függ a légkör talajközeli rétegének az élete a táj alakító hatásától. Természetesen azok a módosulások, amelyek a különböző magasságokban jelentkeznek, — véleményünk szerint — lehetnek többirányúak, amint Aujeszky elvtárs mondotta, lehetnek a légfajtától függőek, elsősorban azonban talajhatások. Amit az előadó elvtárs bemutatott Budapest északnyugati szeleinek a talajközeli légrétegben való gyakoriságáról, az kétségtelenül a budai hegyvidék északnyugat-délkeleti irányú törésvonalainak tulajdonítható. Ez teszi Budapest talajszelét annyira erősen északnyugativá és ez a hatás a csekély magasságú budai hegyvidék fölött 500 méteren még mindig jelentkezik, de 5000 méternél teljesen eltűnik, éppen úgy, mint az Alföld fölött Debrecen vagy az Alpok előterében fekvő Szombathely térségében. Az előadás jelentőségét abban látom, hogy különösképpen figyelmezteti a klimatológusokat, egy-egy aerológiai feldolgozás alkalmával — akár éghajlati jelenségről, akár szélről, akár hőmérsékletjárásról, vagy bármi jelenségről van szó, — mennyire állandóan figyelemmel kell lenni a földfelszín alakító hatására, mert ezek a jelenségek elsősorban függenek attól, hogy a légkör alsó rétegei milyen domborzatú és milyen minőségű tájjal érintkeznek.

BERÉNYI DÉNES

Béll elvtárs előadását szeretném kiegészíteni a debreceni szélnek a csatornahatását illetően, tudniillik ha ezen a területen, az Alföld északkeleti részén északkelet felé megyünk és megvizsgáljuk Nyiregyházát és a többi állomásokat, akkor azt tapasztaljuk, hogy az északkeleti szelek gyakorisága, a csatornahatás és a szélirányoknak egy irányban való sűrűsödése mindjobban létrejön. Ez Nyiregyháza szélirányában határozottan észlelhető. Ezenkívül saját tapasztalatom az, hogy ha északkeleti irányú erősebb szélbetörés van, akkor északkeleten, tehát mondjuk Nyiregyházán mindig erősebb a szél.

Szeretném még az előadáshoz hozzáfűzni, hogy a szélirányoknak van bizonyos periodicitásuk. Az északkeleti szél — régebbi megfigyeléseket vizsgálva — állandónak mutatkozik, a déli és délnyugati azonban — legalábbis Debrecen esetében — vetekszik egymással. Vannak évtizedek, amikor nem a déli, hanem a délnyugati az uralkodó. Az ország nyugati részén, Szombathelynél az északnyugati gyakoriságot kétségkívül a nyugati Alpok és a dunántúli középhegység közötti szorulat okozza, ez irányítja ennyire szigorúan az északdéli

irányú szeleket. Egyébként igen melegen üdvözlöm ezt a kutatást, mert képet kapunk általa arról, hogy a talaj mentén jelentkező szélirányok és a magasságban jelentkező, a domborzattól nem zavart szélirányok között mi a különbség és így le tudjuk mérni a domborzat által okozott eltérés nagyságát.

KOZMA BÉLA

Mindenképpen azonosítom magam Aujeszky kartárs megállapításaival. A déli-délnyugati szakasznak felfelé való gyors növekedése, a hideg levegőréteg kiképződése valóban így történik, amihez a medencejellegű éghajlat is nagymértékben hozzájárul.

HAJÓSI FERENC

Egy kérdést szeretnék feltenni : ha az 5000 m magasságra vonatkozó szél-adatok pilótmérések eredményei, akkor vannak bizonyos időjárási helyzetek, amelyekben ilyen pilótméréseket nem lehet végezni. Tehát az így 5000 m magasságban végzett gyakorisági értékek nem vethetők össze a talajközeli gyakorisági értékekkel.

Kérdem, hogyan lehetne megtalálni annak a módját, hogy ilyen időjárási helyzetekben — amelyek nálunk elég gyakoriak — megállapítható legyen a magassági szél, illetve statisztikailag kiértékelhető, összehasonlítható legyen a magasabb réteg széljárása az alacsonyabb rétegek széljárásával, amely minden körülmények között kívánatos.

HILLE ALFRÉD

Béll Béla elvtárs szép és tanulságos előadásában ismertette a nemrégén felépült magyar aerológiai obszervatórium munkaprogramját, amely a mérések továbbvitelén kívül a különleges hazai vonatkozású aerológiai kérdések kivizsgálására irányul részben a szinoptikus aerológia területén, részben a felsőbb légrétegek éghajlati vonatkozásaiban.

Ezzel kapcsolatban rá szeretnék mutatni a szovjet aerológiai munkálatoknak az utolsó öt éves terv folyamán felállított súlyponti feladataira, amelyeket Gutenberg és Pinusz a következőkben foglalt össze :

1. Tanulmányozni kell a felhők fizikáját és mikrofizikáját, ami főleg a csapadék előrejelzésének szempontjából fontos.
2. Minél részletesebben meg kell ismerni a légtömegek átalakulásának folyamatát, annak dinamikai, sugárzási, felszínhatási feltételeit.
3. Kutatni kell a turbulencia jelenségét részben önmagáért, részben mint a hőcsere, nedvességcsere, mozgáscsere ható tényezőjéért.
4. Tanulmányozni kell a mikroaerológiai jelenségeket és a légkörben végbemenő advekción folyamatokat.

Azt Béll elvtárs is említette, hogy az aerológiai obszervatórium munkájának gyakorlatilag legkiadósabb használója a repülés. A légiforgalomnak különösen szüksége lenne a felhők vastagságának, vagyis tetőszintjének lehető pontos meghatározására. Ennek a nehézségei főleg a jégbevonat képződéséhez csatlakoznak. Az általánosan használt hajszál jégbevonat nélkül is merevvé válik —10 foktól kezdődően, a lerakódó jég pedig renyhévé teszi a hőmérőt. Végeredményben a repülési tanácsadásban azt tapasztaljuk, hogy a felső felhőhatár előrejelzése vastagabb felhőzetnél 400—800 m-rel bizonytalan. Ebbe ter-

mészetenesen belejátszik az időjárás fejlődése is, amely a mérés óta eltelt idő alatt esetleg megváltoztatta a viszonyokat a szabad légkörben. Ez irányban lényeges haladás lesz a légállapotmérések sűrítése legalább napi kettőre. Fel kell venni az obszervatórium munkarendjébe a rádióbemérések vagy radarmódszert alkalmazó magassági szélméréseket, hogy a felhők belsejében és felettük uralkodó szélviszonyok kellő időben megismerhetők legyenek.

Ki kell emelnem, hogy az aerológiai obszervatórium méréseinek a kiegészítése céljából a repülőgépes kutatás nélkülözhetetlen. Ezt mutatja a szovjet aerológiai munkaprogramm is. Természetes, hogy az arányokat tekintetbe kell venni, de az arány szerint reánk eső részt vállalni kell. Béll elvtárs említette, hogy már az általa felállított aerológiai munkaprogrammhoz is kevés a rendelkezésre álló személynzet, világos, hogy az általam ajánlott munkaprogrammfeszítés e hiány élességét még csak fokozza.

A bemutatott légköri ténymegállapításokhoz a magassági széleloszlás szempontjából két megjegyzésem van:

A magyar medence légtérében képződő frontokkal kapcsolatban Béll elvtárs hivatkozott egyes nyári viharokra és zivatarokra, én pedig hivatkozom az őszevi és téli alacsony felhőzet, köd és kisebb lecsapódások fellépésére, amelyek harmad-negyedrangú gyenge frontképződés folyamán létre tudnak jönni és a repülési szolgáltatnak többször okoznak kellemetlen meglepetéseket.

A magassági széleloszlásra vonatkozólag az egyes magasságban Béll elvtárs által bemutatott ábrázolások egyik érdekessége az a megállapítás, hogy a déli és délkeleti szelek gyakorisága a magassággal rohamosan csökken és ilyen szelek 1000 m magasságban jóval kisebb számban találhatók, mint a legalsó rétegben. Helyettük megnő a gyakorisága a délnyugati és nyugati szeleknek. Nézetem szerint ennek több oka van:

1. Általában megállapították, hogy a délkeleti szektorból fúvó szelek jobbrafordulása a felszíni súrlódásból való szabadulásuk után igen erős, 1000 m-en 50° körül van, 2000 m-en a 90° -ot is eléri.

2. Nálunk a talaj mentén délkeleti és déli szél főleg akkor van, amikor északnyugat felől közelítő ciklon szívást gyakorol az Alföld légtömegeire. A déli komponensű szeleknek legszabadabb mozgási iránya az alföldi mélyedés tengelye, tehát a SW-NE irány. Ebbe fordul be a magasban az a gyenge szél, amely volta-képen lesiklik a távozó légtömegek lejtőjén, illetve az erdélyi és balkáni hegyek oldalán. Ezek a kisebb oldaláramlások eredetileg is laposak. Vastagabb ezzel szemben a szívas következtében az Adria felől északratartó áramlás, amely néha csak a Dunántúl felett van meg, mert odaszorul az Alpok lejtőihez, máskor azonban szétterül az egész magyar légtér felett.

BÉLL BÉLA válasza a hozzászólásokra

Örülök, hogy e kis éghajlati feldolgozás, amely kezdő lépésnek tekintendő, ilyen élénk visszhangot váltott ki. Azt mutatja ez, hogy klimatológusainkat ezek az eredmények rendkívül érdeklik. Én a tényeket mutattam be, úgy, hogy nagyon sok hatás eredője lehet, ami ebben a széleloszlásban látható. Ennek kivizsgálása tág teret nyújt a további kutatások részére.

Valamennyi hozzászóláshoz a magam részéről hozzájárulok. Az említett hatások valóban mind érvényesülhetnek. Én azonban változtatlanul kitartok amellett, hogy az orográfia erősen érvényesül.

Hajósi elvtárs rámutatott, hogy a pilótmérések egy bizonyos magasságig fogadhatók el homogénnek, mert a felhő a megfigyelést akadályozza. Éppen azért említettem, hogy Budapest szélviszonyai tekinthetők nagyjából reálisnak, mert nagyon sok szélmérezen alapulnak. Feltétlenül hiányossága az aerológiai méréseknek, hogy a felhő megszakítja szélméréseinket. Itt csatlakozom egy előbb elhangzott hozzászóláshoz: nagy szükségünk volna arra, hogy modern kutató eljárásokat vezessünk be ezen a téren, a radar-elvén felépülő magassági szélméréseket, amelyek számára a felhőzet és az éjtszaka nem jelent akadályt. Mindenestre a most rendelkezésre álló aerológiai adatok mind magukon viselik ezt a nehézséget, mert valamennyi vizuális szélméréssel készül.

Az a javaslatom, hogy a Kongresszus foglaljon állást tekintetben, hogy a magyarországi aerológiai kutatásoknak hiányossága a radar-mérések hiánya. A másik hiányosság a pilót-állomások csekély száma. A harmadik hiányosság — amire a Kongresszus figyelmét felhívom — a repülőgépes felszállások hiánya.

A TÁVIDŐJELZÉS KÉRDÉSEI MAGYARORSZÁGON

BERKES ZOLTÁN

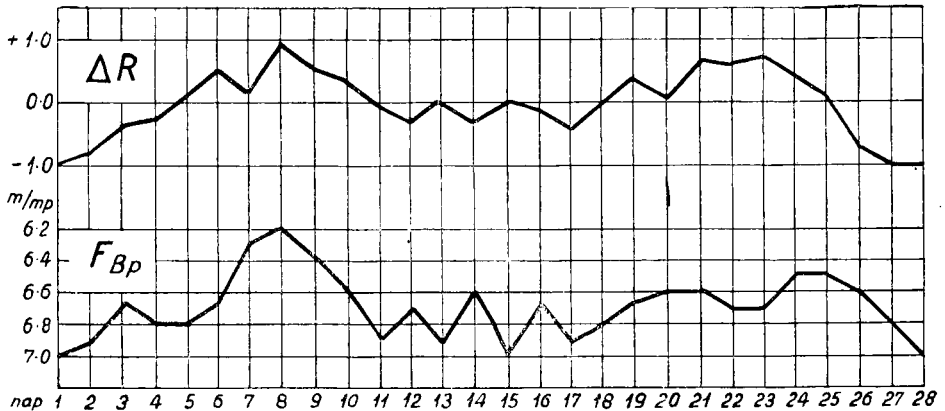
a földrajztudományok kandidátusa

Tervgazdálkodást folytató, szocializmust építő országokban igen nagy jelentősége van az időjárás előrejelzésének. Már az egy-két napra szóló előrejelzéseknek is nagy hasznát veszi a népgazdaság minden ága, azonban a mezőgazdasági termelés, az áru- és személyszállítás, az építkezések, de a honvédelem is igényt tart az időjárás *hosszabbtartamú előrejelzésére*. A hidrológia problémái között szintén első helyen áll a távidőjelzés kérdése.

Hosszabbtartamú előrejelzés alatt az időjárásnak három napon túli, tehát egy-, két hetes, vagy hónapos időszakra való előrejelzését értjük, akár átlagosan, akár részletesen is. A hosszabbtartamú előrejelzések (röviden távidőjelzés, vagy távprognózis) kérdései ma a meteorológiai kutatás homlokterében állanak. A kérdéssel úgyszólván minden államban foglalkoznak, azonban mindenütt más és más módszereket alkalmaznak. Egységesen kialakult módszere a távidőjelzésnek még nincs, azonban e téren is a Szovjetunió meteorológusai haladnak az élen az időjárás egyhavi (és évszakos) előrejelzésének ú. n. *szinoptikai* módszerével. (*Szinoptikai módszer* alatt az időjárás jelenségeknél nagyobb területen, egy megadott időben végzett vizsgálata értendő.) A távidőjelzések régebbi módszerei nem szinoptikus, hanem főként *statisztikai* jellegűek voltak. Ilyen módszerek a következők: 1. A *hasonlósági módszer*. Hosszabb időjárás-feljegyzés sorozatokban fellelhető hasonlóságok (analógiák) alapján, azzal a feltevéssel dolgozott, hogy a multbeli hasonlóság után bekövetkezett időjárás-változások a jelenben is bekövetkeznek. 2. Időjárás *szakaszosságok* (*periódusok*) kutatása. Az időjárásban igen sokféle szakaszosságot fedeztek fel már (pl. 5—7 nap, 4 hét, 11 év, stb.), azonban mindezekről kiderült, hogy nem igazi fizikai periódusok, mert hullámhosszuk és amplitudójuk változó, tehát csak időjárás *ritmusokról* lehet szó. 3. A *korrelációs módszer*. Ennél egymástól távollévő területek időjárása közötti kapcsolat (korreláció) felderítéséről van szó. Ha valamely terület időjárása és a kérdéses terület *jövő* időjárása között kapcsolatot sikerül találni és a korrelációs tényező elég megbízhatónak bizonyul, akkor a módszerrel elég jó előrejelzéseket lehet adni. Ez érthető is, hiszen a módszerben elrejtve az általános légkörzés törvényszerűségei szerepelnek. Hosszadalmas számítással találhatók meg azonban valamely terület részére a

vele korrelációban álló területek és gyakorlatilag még nehezebb a kérdéses területekről a szükséges időjárás-adatok (legtöbbször havi átlagok) beszerzése. Statisztikai módszerekkel főként az átlagos hőmérséklet és csapadék jelezhető előre.

Magyarországon e kérdésekkel a felszabadulás előtt nem foglalkozhatott a hivatalos meteorológia, pedig az akkori agrár-ipari országban a távidőjelzésekre szintén nagy szükség lett volna. A feudális-kapitalista Magyarországon azonban a tudományos kutatást nem támogatták úgy, mint azt a jelenben teszi a népi demokráciánk. — Még egy körülmény tette nehezzé Magyarországon a



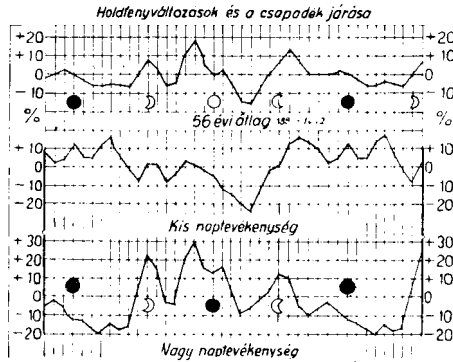
1. ábra. A budapesti szélereősség és a naptevékenység változásának kapcsolata

hosszabbtartamú előrejelzés kérdésének kutatását. Magyarország időjárása u. i. Európában egyike a legváltozékonyabbaknak és ezért még a napi előrejelzések bevalása is kisebb, mint a tisztán óceáni-, vagy tisztán kontinentális jellegű területeken. Hazánk éppen három éghajlati területnek a határán, mégpedig az Atlanti-óceáni, az ázsiai szárazföldi és a Földközi-tengeri légtömegeknek találkozási pontján fekszik, ezenfelül a terület magas hegygyűrűvel körülvett medence-jellegű és így éghajlata szárazságra hajló, viszonylag forrónyarú és változékony-telű.

Az említett körülmények miatt — egy-két szórványos kísérlettől eltekintve — a távidőjelzés kérdésével alig foglalkoztak hazánkban. 1938-ban norvég kutatóknak (*Krogness* és *Evjen*) azon megállapításai alapján, hogy a napforgás 27 napi szakasza az időjárásban tükröződik, foglalkozni kezdtem a távidőjelzés kérdésével. Az 1931—34 évi budapesti szél-megfigyelések alapján sikerült megállapítanom, hogy a növekvő napfolt-tevékenységet Európában a nyugati légáramlás élénkülése követi és a napfolt-tevékenység maximumának beállta után kb. egy héttel Magyarországon szélereő-gyengülés észlelhető. (1. ábra) A jelenségsorozat az ú. n. azóri nagy-légnyomás megerősödésével és előre-

törésével kapcsolatos. Sajnos azonban a napfoltok 27 napi szakasza is csak ú. n. kváziperiódus, vagyis amplitudója és hullámhossza változó és gyakran fázis-ugrást is mutat. Tehát ez a szakasz csak akkor lenne jobban felhasználható, ha a fázis-változásokat is előre tudnánk jelezni.

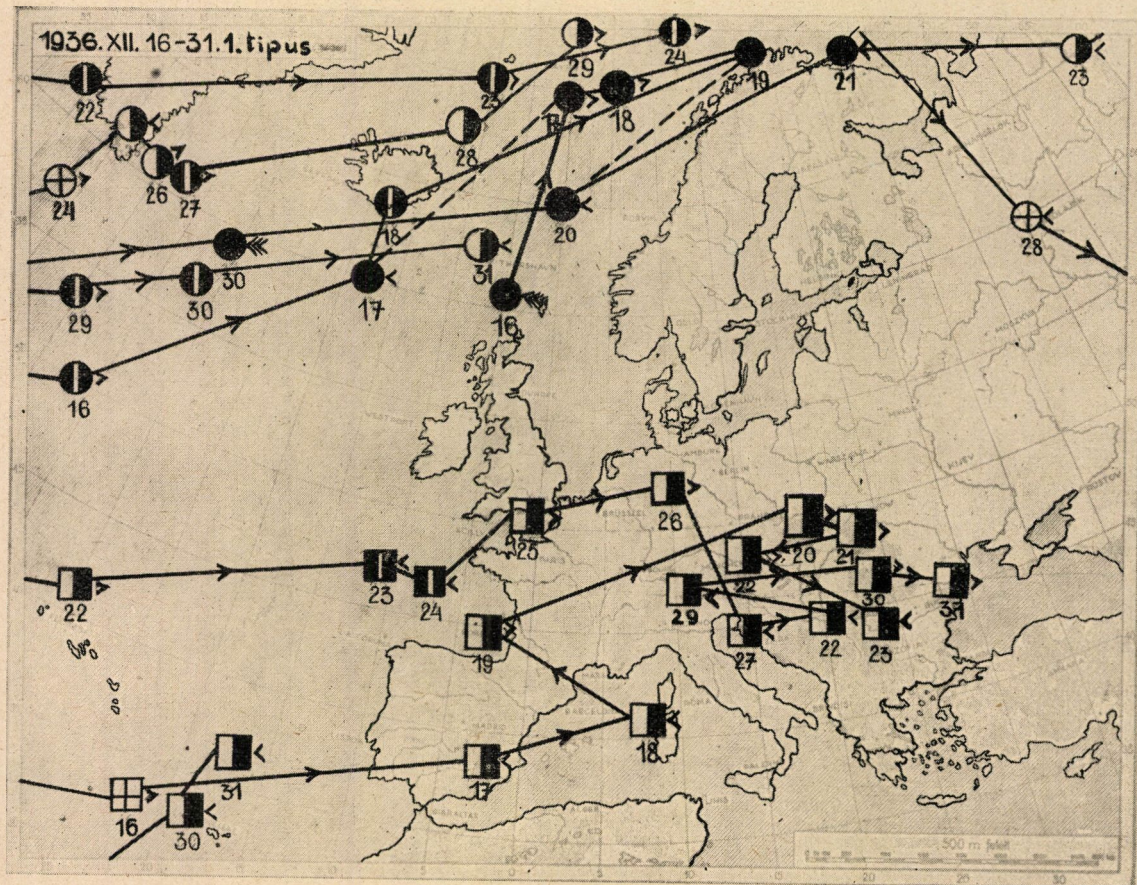
A naptevékenység és az időjárás kapcsolata tehát ezzel a vizsgálattal Magyarország területén is bizonyítékot nyert. A kutatásokat ki kellett tehát terjeszteni egyéb naptevékenységi szakaszokra is. Így elsősorban a 11 évi napfolt-ciklus vizsgálatát kellett elvégezni. Megállapítást nyert, hogy a 11 évi szakasz nálunk is a Hellmann-féle kettős-hullámot mutatja, azaz a csapadéknak maximuma a napfolt-minimum és a napfolt-maximum idejére esik. A szárazodás a napfoltszámok emelkedő, illetőleg süllyedő ágainak közepe táján tapasztalható.



2. ábra. A csapadék 30 napos (hold-) hulláma Budapesten

Ez az összefüggés azonban meglehetősen laza és az egyes napfolt-ciklusokban igen nagy eltérések is találhatók. Igen érdekes, hogy a XIX. század végén és a XX. század elején a napfoltok és a csapadék közötti kapcsolat előjele megváltozott. Valószínű, hogy ez az általánosan tapasztalható és a századfordulón bekövetkezett éghajlatváltozásnak a következménye. Mint ismeretes, a csapadék járása tengeri-, illetőleg szárazföldi területeken egy napfolt-cikluson belül egymással ellentétesen alakul.

1942-ben sikerült kimutatnom, hogy Budapest 60 éves csapadék-sorozatában a holdfény-változások 29,53 napos szakasza elég jól tükröződik. (2. ábra) Újholdtól teleholdig általában nő a csapadék valószínűsége, azután csökken. Az is kitűnt, hogy a jelenség valamely, a Holdról visszavert sugárzással áll kapcsolatban és valószínűleg nem az árapállyal, mert a hatás a napfolt-ciklus szerint is változó erősségű. A holdhatás Budapesten a csapadék hullámában a csapadék mennyiségének átlagosan 15%-át teszi ki.



3. ábra. Félhavi Multanovszki-rendszerű kinematikus gyűjtő-térkép.

Ezeknek az eredményeknek az alapján a felszabadulás után az Országos Meteorológiai Intézetben is megindulhatott a távidőjelzés kérdésének rendszere-
sebb kutatása. Ekkor már rendelkezésünkre állott a *Pagava* szerkesztésében
megjelent kiváló szovjet tankönyv a távidőjelzés szinoptikai módszeréről. Így
módunkban volt a *Multanovszkij*-féle iskola eredményeinek alkalmazása magyar-
országi viszonylatokban is. Multanovszkij módszerét még az első világháború
előtt alapította. Vizsgálat tárgyává tette a sarkvidéki anticiklonok életét és
arra a megállapításra jutott, hogy ennek előretörései két útvonalon (szerinte
„tengelyen”) mennek végbe. Az egyik tengely Grönlandról indul és délkelet felé
tart (sarki tengely), a másik Novaja-Zemlja felől délnyugat felé mutat (ultra-
sarki tengely). Ezeknek a kitöréseknek 3, illetőleg 5 havi ritmusa van és ezeknek
segélyével — tekintetbevéve az azóri előretöréseket is — sikerült Multanov-
szkijnak az időjárást (lényegében szinoptikus módszerrel) kb. egy hó tartamára
előrejeleznie. A Multanovszkij-féle iskola eredményeinek szemelőtt tartásával
feldolgoztuk az utóbbi 20 év szinoptikus térképeit a ciklonok és anticiklonok
útvonalainak típusát illetően. A félhavi általános légköri helyzeteket 8
típusba sikerült osztani és ezeknek segítségével dönthető el a folyó időszak lég-
köri helyzete. (3. ábra) A Multanovszkij iskola is felhasználja a (szinoptikus)
analógiák módszerét. (A 3. ábrán: \bigcirc = ciklonmag, \square = anticiklonmag.)

A Hold és az időjárás közötti kapcsolat felderítésére irányuló újabb
vizsgálataink során sikerült kapcsolatot találni a hazánk időjárását lényegesen
befolyásoló ú. n. V/b. típusú ciklonvonulások és a holdfázisok között. Kimutattuk,
hogy a Földközi-tenger felől V/b. útvonalon túlnyomórészt újhold és első negyed
között vonulnak fel a ciklonok a téli félvben. Az átvonulások aránya újholdtól,
teleholdig illetve teleholdtól újholdig 2 : 1-hez.

A fentvázolt kutatások alapján 1946 óta rendszeresen kiadásra kerül
minden hó 1. és 16. napján a következő két hétre szóló távidőjelzés. Az előre-
jelzés két részből áll: az *időjárási rész* tartalmazza a várható meleg- és hideg-
hullámok, illetőleg a csapadékos időszakok időpontjait és a lényegesebb szél-
erősödések. A második részben a kétheti időszak *általános jellegéről*, azaz a
félhavi középhőmérsékletnek és a csapadékösszegnek eltéréséről (anomáliáiról)
ad tájékoztatást az előrejelzés. Az első rész elkészítéséhez a napfoltszám változá-
sainak észlelése, illetőleg a holdfázisok tekintetbevétele, valamint az általános
légkörzés típusának jellege ad segítséget. Ez a rész tehát lényegében szinop-
tikai alapokon készül. A második rész, vagyis az átlagos eltérések megállapításá-
hoz ezenfelül tekintetbe vesszük a statisztikai módszerek (hasonlóságok, perió-
dusok, stb.) eljárásait is.

Előrejelzéseink beválása 70% körül mozog és általában nagyobb az idő-
járási résznél, mint a félhavi eltérésekre vonatkozó kijelentéseinknél. Ez az
érték kb. 15%-kal alacsonyabb, mint a napi előrejelzések beválási százaléka,
azonban mint kezdet, kielégítőnek mondható. Előrejelzéseink azonban egyelőre
nyilvánosságra nem kerülnek és csak a minisztériumok, valamint a népgazdaság

egyres ágai (gyapottermelők, építők, vízügyi hivatalok, állami gazdaságok, stb.) kapják meg. Az Intézet Távidőjelző Osztályán folyamatban van a kutatómunka, amely a beválási százalékemelését kívánja elérni. Legfontosabb feladataink e téren a következők: 1. A természetes szinoptikai időszakok megállapítása és a Multanovszkij-féle iskola eredményeinek felhasználása hazánk időjárása szempontjából. — 2. Az általános légkörzés típusainak kapcsolata a naptevékenységgel, illetőleg a holdfázisokkal. — 3. A naptevékenység pontosabb előrejelzése egy óra. — Úgy látszik, hogy a Wolf-féle viszonylagos napfoltszámok erre kevésbé alkalmasak. Magának a napsugárzásnak a változásait kell előrejeleznünk, amire az *Eigensohn*-féle aktivitásmutató alkalmasabb. — 4. A területi korrelációk pontosabb kidolgozása érdekében szükség van a most már mindtöbb állomásról kisugárzásra kerülő éghajlati (Climat) táviratok havonkénti begyűjtésére. Ezeknek alapján lehet szemmelkövetni a szubtrópusi és a sarkvidéki anticiklonok változásait, illetőleg az Óceán és a Kontinens belsejének átlagos havi időjárását. (Magyarország részére eddig csak egy korrelációs kapcsolat ismeretes, amely téli hőmérsékletünk alakulását Bombay megelőző novemberi légnyomásával köti össze.) — 5. A szinoptika és a távprognózis kérdése is sokat vár a nyomás-topográfiai térképek elemzésétől, vagyis a *Pogoszjan-Taborovszkij* alapította *advektív-dinamikus módszer* alkalmazásától. Pagava újabb vizsgálatai szerint a természetes szinoptikai időszak megváltozása elsősorban a topográfia térképek izohipszáinak megváltozásában jelentkezik. A magassági térképek szerkesztése nálunk 1949 óta szintén folyamatban van és néhány év anyagának összegyűlte után gondolni lehet majd arra, hogy ezeknek tanulságait a távidőjelzés területén is gyümölcsöztessük. Amint tehát látható, a távidőjelzés készítése úgyszólván a meteorológia minden ágát mozgósítja, ennek ellenére eredményei még nem teljesen elégtőek.

A fenti 5 pontban megjelölt kutatások elvégzése és az élenjáró szovjet tudomány eredményeinek átvétele után azonban remélhető, hogy 5 éves tervünk végére kétheti távidőjelzéseink beválását 75% fölé emelhetjük és egyben az ország különböző klímavidékeinek megfelelő részletezésben állíthatjuk elő. Ezáltal a meteorológiai kutatásnak ez az ága is teljesebb fegyverzetben állhat népgazdaságunk szocialista fejlődése és ezzel a béke megvédése mellé.

HOZZÁSZÓLÁSOK

BACSÓ NÁNDOR

Berkes Zoltán rámutatott előadásában arra, hogy Magyarország időjárása európai viszonylatban egyike a legváltozékonyabbaknak és ez a tény a helyes távidőjelzést igen nehézé teszi.

Egyetértek Berkes Zoltán ténymegállapításával és helytálló megokolásával, megjegyezve, hogy a »változékony jelleg« említése itt két különböző fogalmat is takar, vagy egyesít. Csak ennek tudatában érthetjük meg a helyes távidőjelzés készítésének tényleges nehézségeit. Az időjárás változékonyságán elsősorban érthetjük a napról napra vagy hétről hétre bekövetkező változások gyakori hirtelen és nagymértékű voltát.

A »változékony« jelzõt azonban azért is alkalmaznunk kell időjárásunkra, mert a hazai éghajlatkutatás megállapításai szerint az egyes éghajlati elemeknek az év azonos időszakában lehetséges értékei igen tág szélső határok között ingadozhatnak. Előfordulhat pl. az, hogy január olyan zord időt hoz, hogy a -30° -nál erősebb lehülés is fellép, de éppúgy lehetséges az, hogy a legerősebb lehülés januárban nem terjed túl a -3 , -4° -on. Hasonlóképp a csapadék havi összege bármely naptári hónapban lehet 0, vagy csak néhány mm, de lehet 150—200 mm is.

Ez az utóbbi körülmény kívánatosá teszi azt, hogy a távidőjelzés statisztikai módszerei között a felsoroltakon kívül negyedikként még egyet felvegyünk: az éghajlati számértékek, a sokévi átlagok, szélsőségek és gyakorisági értékek fellépési valószínűségének megállapítását és azok felhasználását a távidőjelzés céljaira.

A távidőjelzés természetesen ma is felhasználja ezeket, sőt nem is nélkülözheti, hiszen a minőségi jellemzés mellett, hogy pl. a bekövetkező időszak »hideg« lesz, meg kell adnia, hogy nagyon, mérsékleten vagy csak kissé lesz-e hideg. A jelzésnek amellet lehetõleg számszerűnek, konkrétnek kell lennie, jeleznie kell tehát azt, hogy ez a várható hideg hány fokot jelent, a várható bőséges csapadék hány mm-t jelent, 60, 100 vagy 150 mm-t. Erre az eligazítást a távidőjelző csakis a hazai éghajlatkutatás legutóbbi kész eredményeiből kaphatja, amelyeket okvetlenül mérlegelnie kell, és pedig a területi érvényesség vonatkozásában is.

Az éghajlatkutatás eredményei tehát távprognosztikai jellegűeknek is tekintendők. Ezért tartom kívánatosnak az éghajlati számértékek hosszú időszakok alatti értékelésének áttekintését és ennek a statisztikai jellegű módszerek, helyesebben a segédeszközök sorában való felemlítését is.

Örvendetes, hogy a magyar éghajlatkutatás immár abban a helyzetben van, hogy a főelemek valószínűségi értékeléséről elég tiszta képet tud adni a távprognosztizőrnek, és ez a kép a távjelzéseket finomítani, pontosabbá és az eddigieknél konkrétabbakká fogja tenni.

A tervgazdálkodás sikere nagymértékben függ ettől. Ezért örülünk különösen annak, hogy az éghajlatkutatás még hozzájárulhat a távidőjelzés tökéletesítéséhez és ebben az irányban mindent meg is teszünk.

BERÉNYI DÉNES

A távprognózisok eredményességét, illetve beválási valószínűségét 3 évvel ezelőtt vizsgálatnak vetettük alá és megállapítottuk, hogy az időjárás fordulatoknak az előrejelzése mintegy 65% körüli értékben vált be annak idején. Örömmel vettem tudomásul előadásából, hogy előrejelzésének ezt a részét most már 70%-ra sikerült emelni.

Azt az 5 pontot, amelyben Berkes Zoltán távidőjelzések további fejlesztését összefoglalja, kiegészíteném a szingularitások vizsgálatával. A távidőjelzéseknek az egyes időszakok hőmérsékletére és csapadékára vonatkozó előrejelzéseit pedig a korrelációs módszer eredményeivel kell alátámasztani, mivel az előrejelzéseknek ez a része hogy a legtöbb kívánni valót maga után, nyilván azért, mivel az értékek kvázi-periódusok alapján történő extrapolációja a legtöbbször nem válik be.

BODOLAI ISTVÁN

Az V/b pályájú ciklonok kialakulására és fejlődésére vonatkozó vizsgálatok szerint a Földközi-tenger felett akkor alakul ki alacsony nyomású képződmény, ha Európa felett erős NW vagy N irányú áramlás van. Belszkájának az advektív-dinamikus analízis legújabb szovjet szinoptikus módszerével végzett kutatásai szerint a földközitengeri ciklonok kialakulásának és V/b pályán való áthelyeződésének két feltétele van: egyrészt éles hőmérsékleti kontraszt kialakulása az Alpok és a Földközi-tenger medencéje között, mit — megegyezésben Rossby vizsgálataival — elsősorban a NW-N irányú áramlás hoz létre, másrészt olyan meridionális irányú deformációs mező, amely az V/b pályának megfelelő áramlást biztosít. Ahhoz tehát, hogy az előadásban említett összefüggés a holdfázisok és V/b ciklonpályák között fennálljon, az lenne szükséges, hogy a holdfázisok kedvező helyzetet teremtsenek a ciklonképződéshez szükséges hőmérsékleti kontrasztok kialakulásához, másrészt — és itt ez a döntő — olyan áramlási mezőt is hozzanak létre, amelyek az V/b pályának megfelelnek. Nyilvánvaló, hogy ha feltételezzük is azt, hogy a holdfelületről érkező korpuszkuláris sugárzás bizonyos ionoszférikus hatás révén hozzájárul a légköri képződmények kialakulásához, olyan áramlási helyzetet nem tud kiváltani, amely az így kialakult ciklonok V/b pályáját is determinálja. A Hold fázisváltozásainak az áramlási mezőre gyakorolt ilyen értelmű hatását fizikailag nem tartom indokoltnak.

Ami a nyomástopográfiai térképek távprognosztikai szempontból való felhasználását illeti, úgy gondolom, ettől a módszertől sokat várhatunk, mivel a nyomástopográfiai térképek jó elképzelést nyújtanak a légtömegek térbeli eloszlásáról és kölcsönhatásáról és — bár minőségileg —, de szemléltetik a troposzférikus cirkuláció energiatartalékait. Miután azonban az advektív-dinamikus analízis szinoptikai módszere csak 12, egyes esetekben 24 órás előrejelzésre használható nagy pontossággal, ezért a topográfiai térképek, illetőleg a termobárikus mező térképeinek hosszútávú előrejelzést szolgáló felhasználásánál az advektív-dinamikus analízis valamennyi módszerét nem lehet mechanikusan alkalmazni, mivel a rövid és hosszúlejárátú előrejelzés között lényeges módszertani eltérések vannak. Az ezirányú kutatás legfőbb feladatát ezért abban látom, hogy a kutatómunka megkezdése előtt ki kell választani mindazokat az advektív-dinamikus módszereket, amelyek megfelelnek a távidőjelzés által követelt fizikai igényeknek. Gondolok itt elsősorban az áramlási típusok és légköri képződmények közötti olyanértelmű kapcsolatra, mint amit az előbb említett V/b helyzetre vonatkozó vizsgálatok már az eddigiekben is igazoltak.

M. KONČEK

Üdvözlöm Berkes elvtársat annak a tudományos eredménynek elérése alkalmából, hogy a hokl-fázisok és az V/b helyzetek között, illetőleg a csapadék-viszonyok között összefüggéseket talált. Az a kérdésem hozzá, hogy ezt a Budapestben talált összefüggést nem lehetne-e más helyekre is kiterjeszteni, ami által az összefüggéseknek bizonyos szinoptikus eloszlását kaphatnánk meg.

DEZSŐ LÓRÁNT

Kötelességemnek érzem, hogy az előadáshoz hozzászóljak, mivel a Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézeténél vezetésem alatt álló napfizikai osztályon szorosan ezen problémák körébe vágó kutatásokba kezdünk.

Meggyőződésem, hogy a földi időjárás, mégpedig globálisan az egész Földét és speciálisan bármely földi helyét, a naptevékenység döntő módon befolyásolja. Véleményem szerint nincs is messze az az idő, hogy nap-megfigyelések révén egészen komoly idő-előrejelzést adhassunk. Sajnos azonban a napkutatások ma még eléggé távol vannak attól, hogy a meteorológusoknak közvetlen segítséget nyújthatnának.

Berkes elvtársnak azt a kijelentését, hogy két hétre előre tudjuk megjelölni a naptevékenységet, nem tudom elfogadni. A nap fizikájának egyik legnagyobb megoldatlan problémája éppen ez. Empirikus extrapolációval, ha a naptevékenységnek egy új ciklusa megindul és egy-két év eltelt, úgy ma már számítással kb. meg lehet becsülni a naptevékenység, speciálisan a napfolttevékenység maximumának magasságát és időpontját is. A legutóbbi 1947-es maximumot sikerült először ilyen módon ténylegesen előre jelezni. Ilyen értelemben tehetünk bizonyos előre-jelzéseket, de arról, hogy két hétre előre jelezzük, szó sincs. Valószínűnek tartom, hogy Berkes elvtárs úgy értette, hogy ha a Napnak bizonyos aktív vidéke tőlünk éppen előfordulóban van és ha a Nap többi része nem aktív — akkor bizonyos valószínűséggel kimondhatjuk, hogy kb. tizennégy nap múlva újból a Nap aktív vidéke fog Földünk felé sugározni.

Konček professzor megemlítette, hogy a naptevékenység és az időjárási viszonyok összefüggésének vizsgálatát ki kellene terjeszteni az egész Földre. Ez valóban lehetséges, hiszen ezzel a kérdéssel szinte mindenütt foglalkoznak. Magát a kutatást azonban egyelőre elég a Föld egy pontjára korlátozni, így is rendkívül nagy statisztikai anyaggal kell megbirkózni. Ha ugyanis már egy ponton ismerjük a naptevékenység hatását, akkor a Föld többi pontjaira lényegesen könnyebb lesz a korrelációkat megállapítani. Itt bizonyos szempontból körülbelül ugyanaz az eset áll fenn, mint például az ár-apály jelenségek kérdéseinél.

Az anyag feldolgozását illetően azonban van egy pont, amiben — véleményem szerint — rossz nyomon halad Berkes elvtárs és e tekintetben előtte is mindenki rossz nyomon haladt, mert hiszen a napfoltok relatív száma, ill. annak különböző módon képezett átlagértékeit vagy legjobb esetben a napfoltok által beborított területek nagyságát vették figyelembe. Ez olyan dolog, mintha a vörheny betegséget tisztán a jelentkező kiütéses tünetek alapján akarnánk vizsgálni, ill. gyógyítani, nem pedig a betegség kórokozója révén. Hogy mégis lehet a napfoltokkal kísérletezni és tényleges eredményeket elérni, annak oka az, hogy a Napon jóformán minden jelenség — kevés kivételtől eltekintve — a napfoltok változásával párhuzamosan játszódik le. Ezzel szemben azok a keresett hatások, amelyek a Napból a Földet érik és végső fokon minden bizonnyal a

troposzférában is változásokat okoznak, nyilván nem a napfoltokból indulnak ki, hanem a Nap légkörének különböző egyéb képződményeiből. Természetesen a napfoltokkal kapcsolatban is kell és lehet korrelációt keresni: a régebbi időjárási anyaggal kapcsolatban jóformán csak ezek jöhetnek számításba. De véleményem szerint a napfoltok száma semmiképpen sem a döntő. A dolgokat változásukban kell tanulmányoznunk, tehát sokkal helyesebb — és ez megjegyzésem lényege —, hogy inkább a napfoltok változását, például a napfoltok területének növekedését, mozgását stb. kellene figyelembe venni és ennek alapján keresni korrelációt.

BÉLL BÉLA

Láttuk, hogy az éghajlatban nagyon sok vonatkozásban képviselve van a távidőjelzés kutatási ágában. Ugyanúgy a szinoptikát is segítségül veszi a távidőjelzés. Éppen ezért nem látok nehézséget abban, hogy az advektív-dinamikusan analízis alapelveit a távidőjelzés felhasználja. Nagyon hasznosnak tartom, hogy a távidőjelzésben felhasználják a magassági adatokat is, nevezetesen a Multanovszkij-féle térképet kiterjesztik a felsőbb légköri légnymási képződményekre is. Ezek jóval áttekinthetőbb képet adnak a nagytérségi időjárás folyamatairól, mint a talajközeli ciklonokkal bonyolultabb térkép. Természetesen ezen alacsony ciklonokat sem szabad figyelmen kívül hagyni. Ezek egybekapcsolása olyan módon lenne lehetséges, ha a Multanovszkij-térképeken megjelölnénk a képződmények magassági kiterjedését is.

LÁSZLÓFFI WALDEMÁR

Magyarország területe egy medence alján fekszik, a vizeink nagyrésztben a politikai határokon túl erednek. Tehát a távprognózisok klimatológiai anyaggyűjtésének tulajdonképpen ezen a szűk területen kívül, vizeink határon túli területeire is ki kell terjednie.

A másik kérdés az, hogy bármiféle prognózist akarunk csinálni, akár hosszúidejű, akár úgynevezett félhosszú-idejűt, ami a hidrológiában ma előtérben áll, nagyon erősen támaszkodnunk kell a meteorológiai megfigyelésekre, a klímaanyagra.

Felhívom a figyelmet arra, hogy jelenleg csapadékmérőhálózatunk három részre való osztása folytán az anyag kritikája nincsen kellőképpen biztosítva. Mindhárom ellenőrzésnek hiányzik a másik két fél ellenőrző anyaga. Tökéletesen ellenőrizni pedig sokkal jobban lehetne abban az esetben, ha ez a három anyag egy kézben lenne.

BORSOS JÓZSEF

Berkes elvtárs utalt a Multanovszkij-féle térképekre, amelyek nálunk készülnek. Multanovszkij szovjet kutató a módszer megalapozását 1913-ban kezdte el és később szép sikereket ért el vele. 1942. tavaszára pl. ezzel a módszerrel jelezte előre, hogy az Uralban hirtelen olvadás várható és árvízveszély fenyeget. A magam részéről ezeket a térképeket 20 év anyagából állítottam össze és nyolc típust sikerült Európa és az Atlanti Óceán vidékére kianalizálnom. De e nyolc típus egymásra következő változásait nem tudtuk még kellőképpen megtaglalni. Ezért feltétlenül szükséges a Multanovszkij rendszerű térképek szerkesztését nemcsak erre a területre, hanem az egész északi féltekére kiterjeszteni. Természetes, hogy egymagában véve a meteorológia mai helyzetében e térképek sem elegendők ahhoz, hogy távidőjelzést adjunk ki. Feltétlenül szükséges,

hogy megvizsgáljuk a kérdést a napfolt-tevékenységgel és más tényezőkkel kapcsolatban is.

AUJESZKY LÁSZLÓ

Berkes elvtárs előadásában beszámolt az elért eredményekről és nagyon szép százalékos eredményeket mondott a hosszútávú prognózis bevéálásáról. Megemlítette azonban azt, hogy az előrejelzés egyik típusa még nem olyan tökéletes és csak 60%-ot értek vele el, amely közel esik a vakbevéálás 50%-os értékéhez.

Ezzel szemben meg kell jegyezni, hogy a vakbevéálás csak olyan kijelentéseknél éri el az 50%-ot, amelyeknek az ellenkezője is ugyanolyan valószínű. A meteorológiai előrejelzések gyakran olyan eseményekre vonatkoznak, amelyeknek a »véletlen« bevéálása csak 1—2%-ig valószínű, és ha mégis 60%-kal válnak be, az már sokkal jobb eredmény, mint a »véletlen« bevéálás.

KAPÁS LÁSZLÓNÉ

Az előadásban láttuk, hogy az V/b ciklonpályák túlnyomó többségükben újhold és telehold közötti két hétben fordulnak elő. Az a tény, hogy Európa északabbi részein a 29 és fél napos holdfényváltozási szakasz alig mutatható ki, arra a feltételezésre vezetett, hogy a holdhatás keletkezési helyét az Egyenlítő, illetőleg a szubtrópusok övezetébe képzeljük. Éppen ezért ebből a szempontból megvizsgáltam az észak-afrikai légnyomási helyzeteket, főként a Libia irányából északkelet felé előretörő nagynyomású léghatásokat. Eredményül azt kaptam, hogy újholdtól teleholdig körülbelül kétszerannyi ezeknek az előretöréseknek a gyakorisága, mint a teleholdtól újholdig terjedő két hétben, tehát ugyanaz az eredmény mutatkozik, mint az V/b ciklonpályáknál. Ezek a vizsgálatok szintén az utolsó 20 év anyagára — 31 esetre — vonatkoznak.

Mint mellékeredmény az is adódott, hogy ezek az előretörések túlnyomórészt süllyedő napfolttevékenységű időszakokra esnek 22 : 9 arányban. Folyamatban van a kérdés részletesebb tisztázása az észak-afrikai szinoptikus helyzetek részletesebb feltárása révén.

BERKES ZOLTÁN válasza a hozzászólásokra

Legelőször Konček professzor elvtársnak felelek, aki azt a kérdést vetette fel, hogy a holdhatás szinoptikus elhelyezkedését, tehát nagyobb térre való vizsgálatát elvégeztük-e már. A vizsgálatok Spanyolországban, Olaszországban, Franciaországban és Magyarországon megtörténtek és pozitív eredményt mutatnak. Berlinben a hatás nem volt kimutatható, illetőleg nagyon változékonynak mutatkozott. Északeurópai és keleteurópai vizsgálatokról nincsen tudomásunk. Van egy térkép, amely a 29 és félnapos hullám európai eloszlását adja, olyan értelemben, hogy a hullám amplitudója a Földközi-tengeren és az Azori-szigetek körül a legnagyobb, ellentett értelemben legnagyobb fent az Ural táján és a Szovjetunió északi részén, ellenben a Skócia-Berlin és Ukrajna vonalon zérus hatás mutatkozik. Tehát tulajdonképpen álló hullám kialakulásáról van szó. Amint Kapás elvtársnő rámutatott, valószínűleg a szubtrópusuknál kell keresnünk az eredeti hatást.

Bacsó elvtárs hozzászólásából helyeslem azt, hogy a statisztikai és szinoptikai vagyis dinamikai módszerek szigorú szétválasztása ellen van, mert ekkor kizárólag merev statisztikát, vagy merev szinoptikát művelnénk. A két mód-

szernek egymással kiegészítve kell működni, hogy a kellő dialektikus szintézis létre jöhesse. Nem mondhatunk egyetlen meteorológiai jelenséget sem csak statisztikainak vagy csak szinoptikainak. Mindenekelőtt arra törekedünk, hogy a kérdést fizikailag, energetikailag megfogjuk és akkor statisztikai eredmények is, szinoptikai eredmények is várhatók.

Berényi elvtárs felszólalásából örömmel halottam, hogy figyelemmel kísérték eredményeinket és megállapították, hogy azok sok esetben helytállóak, bár időnként ellentétes eredmények is mutatkoznak. Ez a kérdés kapcsolatos azzal, amit Dezső elvtársnak óhajtok válaszolni. A naptevékenység előrejelzését úgy értettük, hogy a 27 napos tevékenységen belül feltételeztük az aktív területek visszatérését, illetve tekintetbe vettünk egyéb ismeretes peiródusokat: a 78 napos, a 116 napos napfolt periódust és megpróbáltuk a napfoltok számát előre jelezni. Az is világos, hogy így a napfoltok számának nem pontos előrejelzéséről, hanem csak megbecsléséről lehet szó. S ahányszor nem sikerült ez a megbecslés, annyiszor állapíthatta meg Berényi elvtárs, hogy nem volt jó a prognózis. Ha sikerült a napfolt-tevékenység előre jelzése, akkor jó eredményeket kaptunk.

A szingularitások vizsgálata is szükséges, mert a magyar éghajlat kialakulásában szintén szerepük van. A szingularitások körülbelül 10 esetből hét esetben bekövetkeznek, három esetben nem. Nagyon helyes az is, hogy a korrelációknak minél nagyobb számát kell létrehozni magyarországi viszonylatban, de ez csak akkor lehetséges, ha a klíma-táviratok begyűjtésére és feldolgozására kellő személyzet rendelkezésre áll, amely a statisztikai számításokat elvégezheti.

Bodolai elvtárs a holdhatás ellen felhozta, hogy nem tudja megérteni, hogyan alakulhat ki a Hold igen kis hatására az V/b ciklon akkor, amidőn a hőmérsékleti különbség létrehozása nyilvánvalóan légtömegváltozási okokra vezethető vissza. Nyilván igaza van, de legyen szabad figyelmeztetnem arra, hogy a mai elmélet szerint egy meleg légtömeg és egy hideg légtömeg közötti fronton hullámképződés hozza létre a ciklont. Így néhány millibáros lökés elegendő ahhoz, hogy ciklon képződjék. Ezzel kapcsolatban még annyit jegyzek meg, hogy elsősorban visszavert ultraviola sugarak hatásáról lehet szó, amelyek a Napról erednek. Az Izland körüli depressziónál 5 millibárra terjedő hatás jelentkezik, ha nő az ultraviola sugárzás erőssége és ez bőségesen elegendő lehet az V/b ciklon kiváltására is.

Helyes az is, hogy a magassági topográfiák módszereit nem lehet átvinni azonnal a távidőjelzésbe, azonban — mint említettem — a felső légkörben kezdődő típus-megváltozásnak előrejelző szerepe lehet.

Dezső elvtársnak igaza van abban, hogy a napfoltszám változásokra kell a hangsúlyt fektetni. Hogy ez mennyire így van, azt mutatja, hogy már 1936-ban a napfoltszámoknak nem abszolút értékét, hanem a bekövetkezett változásokat vettem tekintetbe, arra gondolva, hogy maguk a napfoltok kevésbé megfelelők az energetikai szempontok vizsgálatára, de a relatív változás napról-napra jobb híján megfelelőbb lesz. Az is helyes, hogy a napfolt számok helyett ma jobb eredményeket kaphatnánk más napfolt jelenségek tekintetbe vételével, sőt Eigenson szovjet kutató azt is kimutatta, hogy a napfoltok aktivitását a visszatérésükkel együtt kell tekintetbe venni, tehát egy többször visszatérő napfolt aktívabbnak jelzendő, mint egy egyszerű elmuló napfolt. Az Eigenson-féle aktivitás számok sokkal jobb eredményt adtak akár a ciklontevékenység, akár más földi jelenségek vonalán.

Béll elvtárs javaslatát megszívleljük és a ciklonok magassági adatait is tekintetbe vesszük.

ENERGIAVÁLTOZÁSOK SZÉTTÉRÜLŐ HIDEG LÉGOSZLOPBAN

OZORAI ZOLTÁN

Az aerológiai metszetekből ismeretes a hideg levegőtömb alakja és az, hogy ez a légtömb a vándorlása során összeroskad, szétterül. Margules [1] vizsgálatai pedig kimutatták, hogyha két, potenciálisan különböző hőmérsékletű légtömeg helyezkedik el egymás mellett vagy pedig úgy, hogy a potenciálisan hidegebb van felül, a levegő ilyen rétegződése bizonyos energiakészletet tartalmaz, amely felszabadul, ha a rétegződés stabilissá válik. Tudjuk ugyanis, hogy

$$I^* + P^* + K^* = \text{konst.} \quad (1)$$

vagyis, hogy a belső energia, I^* , a potenciális energia, P^* és a kinetikus energia, K^* összege zárt rendszerben állandó. Amiből következik, hogy

$$dI^* + dP^* + dK^* = 0 \quad (2)$$

vagy

$$dK^* = - (dI^* + dP^*) \quad (3)$$

azaz, ha a belső és a potenciális energia változása valamely folyamat alatt negatív, a kinetikus energia növekedése lép fel.

A jelen vizsgálatok tárgya az, hogy milyen energiaváltozások mennek végbe egy hideg légtömbben, miközben az fokozatosan szétterül, vajjon ekkor is fellép-e a kinetikus energia növekedése? A távolabbi cél az, hogy a hideg légtömeg akadályokon való átkelésével kapcsolatos energetikai változásokat meghatározzuk.

Hasítsunk ki a hideg levegőtömbből egy q keresztmetszetű, függőleges légoszlopot. Legyen ennek magassága h , a hőmérséklete az oszlop alján (a talajon) T_0 , a nyomás p_0 , a sűrűség ρ_0 , az oszlop tetején ugyanezek az állapot-határozók T , p és ρ .

1. Alapfeltevések

A feladat konkrét megoldásához további kikötéseket kell tennünk:

1. Feltesszük, hogy a légoszlopban a hőmérsékleti rétegződés adiabatikus, vagy legalábbis közel adiabatikus. Ez hideg levegőben elég jól megvalósul.
2. A változások a légoszlopban száraz adiabatikusan mennek végbe. Ez is meglehetősen jól teljesül, ha *a*) az az idő, amely alatt végbemenő változást figyeljük, nem túl hosszú, *b*) csak lefelé való mozgások fordulnak elő, minthogy ez így is van a levegőtömb összeroskadása esetén (az örvénylésektől eltekintünk).
3. Végül feltesszük, hogy az összeroskadás következtében fellépő alsó divergenciát egy felső konvergencia kompenzálja, azaz a talajon a nyomás nem változik meg, vagyis $dp_0/dt = 0$. Másképp fogalmazva ez azt a kikötést teszi, hogy a levegő izobárparallel mozog, ami szintén meglehetősen jól megvalósul.

2. A független változó megválasztása

A fenti feltételek lehetővé teszik, hogy az összes állapothatározót eggyel kifejezhessük. Erre a célra a legkézenfekvőbb, hogy a magasságot, *z*-t vegyük fel. Tekintettel arra, hogy a gázegyenletben *T* szerepel, valamint arra, hogy a 2. feltételünk értelmében *T* és *z* közt egyszerű, lineáris összefüggés van, a legcélszerűbb választás *T*-re esik. Fejezzük ki *T*-vel a többi állapothatározót!

Az adiabatikus hőmérsékleti rétegződés következtében:

$$T = T_0 - g \frac{k}{R} z, \quad (4)$$

ahol *g* a nehézségi gyorsulás, $k = \frac{c_p - c_v}{c_p}$ és *R* az 1 gr száraz levegőre vonatkozó gázállandó. Ebből

$$z = \frac{R}{gk} (T_0 - T) \quad (4,1)$$

Írjuk még fel *z* elemi változását:

$$dz = - \frac{R}{gk} dT. \quad (5)$$

Az adiabatikus alapegyenletről:

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{p}{p_0} \right)^k,$$

vagyis

$$p = p_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/k} \quad (6)$$

és a nyomás elemi változása

$$dp = \frac{1}{k} \frac{p_0}{T_0} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/k-1} dT. \quad (7)$$

Végül írjuk fel a sűrűséget is mint T függvényét:

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/k-1} \quad (8)$$

3. Keresztmetszet és keresztmetszetváltozás

A légoszlop tömege, (ill. $dg/dz = 0$ feltételezésével, a súlya) a zsugorodás alatt természetesen állandó. A q keresztmetszet azonban változni fog, mégpedig az oszlop magasságát helyettesítő T függvényeképpen. A légoszlop súlyát megadja a következő egyenlet:

$$(p_0 - p) q = Q = \text{konst.} \quad (10)$$

Ebből [6] alapján

$$\left[1 - \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/k} \right] p_0 q = Q \text{ ill. } q = \frac{Q}{p_0} \left[1 - \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/k} \right]^{-1}. \quad (11)$$

Logaritmikusan differenciálva:

$$\frac{dq}{q} = \frac{1}{k} \frac{1}{T_0} \frac{\left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/k-1} dT}{1 - \left(\frac{T}{T_0} \right)^{1/k}} = \frac{1}{k} \frac{T^{1/k-1} dT}{T_0^{1/k} - T^{1/k}}. \quad (12)$$

4. *A belső energia és megváltozása*

Egységkeresztmetszetű légoszlop belső energiáját a következő integrál adja [2] :

$$I_e^* = Jc_v \int_0^z T \rho \, dz, \quad (13)$$

ahol J a mechanikai hőekvivalens. A hidrosztatikai egyenlet segítségével ezt a következő alakba írhatjuk

$$I_e^* = \frac{Jc_v}{g} \int_P^{P_0} T dp \quad (13,1)$$

Beírva ide dp -t a [7]-ből :

$$I_e^* = \frac{Jc_v}{g} \frac{1}{k} \frac{P_0}{T_0^{1/k}} \int_T^{T_0} T^{1/k} dT, \quad (12,2)$$

elvégezve az integrálást :

$$I_e^* = \frac{Jc_v}{g} \frac{1}{k+1} \frac{P_0}{T_0^{1/k}} [T_0^{\frac{1}{k}+1} - T^{1/k+1}], \quad (13,3)$$

Tehát egy T hőmérsékletig terjedő, q keresztmetszetű légoszlop belső energiája:

$$I^* = qI_e^* = \frac{Jc_v}{g} \frac{q}{1+k} \frac{P_0}{T_0^{1/k}} [T_0^{1/k+1} - T^{1/k+1}], \quad (14)$$

vagy behelyettesítve [11]-ből q értékét :

$$I^* = \frac{Jc_v}{g} \frac{1}{1+k} Q \frac{T_0^{1/k+1} - T^{1/k+1}}{T_0^{1/k} - T^{1/k}}. \quad (14,1)$$

Látható, hogy $I^* > 0$, ha $T_0 > T$. Ha $T = T_0$, a belső energiára $0/0$ alakú, határozatlan kifejezést kapunk. Ez a feltétel azt jelenti, hogy légoszlopunk 0 magasságúvá zsugorodik össze. A $0/0$ határozatlan kifejezést azonban a

l'Hospital-szabállyal meghatározhatjuk :

$$\begin{aligned} \lim_{T=T_0} I^* &= \frac{Jc_v}{g} \frac{1}{1+k} Q \frac{[T_0^{1/k+1} - T^{1/k+1}]'_{T=T_0}}{[T_0^{1/k} - T^{1/k}]'_{T=T_0}} = \\ &= \frac{Jc_v}{g} \frac{1}{1+k} Q \frac{\frac{1+k}{k} T_0^{1/k}}{\frac{1}{k} T_0^{1/k}}, \end{aligned}$$

vagyis

$$\lim_{T=T_0} I^* = \frac{Jc_v}{g} Q T_0. \quad (15)$$

A $T_0 \geq T \geq 0$ tartományban ez az érték I^* maximuma. Ha T csökken, I^* értéke is csökken és a $T = 0$ helyen eléri a minimumát :

$$\lim_{T \rightarrow 0} I^* = \frac{Jc_v}{g} \frac{1}{1+k} Q T_0. \quad (16)$$

Ezt az értéket a légkörben sohasem érheti el, mert ez azt feltételezi, hogy az adiabatikus hőmérsékleti gradiens fennáll a légkör felső határáig és ott a hőmérséklet 0 absz. fok. Természetesen ez lehetetlen.

Láthatjuk továbbá azt is, hogy a belső energia T -nek (az oszlop tetején uralkodó hőmérsékletnek) egyértelmű függvénye. Ebből meghatározhatjuk I^* elemi megváltozását a T hőmérséklet környezetében. Mégpedig I^* -t T szerint differenciálva és rendezve :

$$\frac{dI^*}{dT} = \frac{1}{1+k} \frac{Jc_v}{g} \frac{Q}{(T_0^{1/k} - T^{1/k})^2} \left[\frac{1}{k} T_0^{1/k+1} T^{1/k-1} - \frac{1+k}{k} T_0^{1/k} T^{1/k} + T^{2/k} \right]. \quad (17)$$

dI^* előjelét a szögletes zárójeles kifejezés határozza meg, minthogy mindazok a tényezők, amelyek ez előtt állanak, mindig pozitívek, kivéve a nevezőben álló $(T_0^{1/k} - T^{1/k})^2$ kifejezést, amely a $T = T_0$ helyen eltűnik. Ezt a határt kizárva próbáljuk meg meghatározni dI^* előjelét. Számítsuk ezért ki dI^*/dT értékét a $T = T_0 - \Delta T$ helyen. Mivel minket csak dI^*/dT előjele érdekel és ezt, amint mondtunk, csak a szögletes zárójeles kifejezés határozza meg, számításunkat csak erre korlátozzuk. A (17)-be behelyettesítve $T = T_0 - \Delta T$ -t, majd kiemelve

$T_0^{2/k}$ -t (ami konst.) és a zárójel előtti tényezőket egybefogva A állandóba, lesz

$$\left(\frac{dI^*}{dT}\right)_{T=T_0-\Delta T} = A \left[\frac{1}{k} \left(1 - \frac{\Delta T}{T_0}\right)^{1/k-1} - \frac{1+k}{k} \left(1 - \frac{\Delta T}{T_0}\right)^{1/k} + \left(1 - \frac{\Delta T}{T_0}\right)^{2/k} \right] \quad (18)$$

Mint hogy $\Delta T/T_0 \ll 1$, sorbafejtjük a hatványokat és ezt a harmadik tagig folytatjuk. Végül azt kapjuk, hogy

$$\left(\frac{dI^*}{dT}\right)_{T=T_0-\Delta T} = \frac{1}{2} A \frac{1+k}{k^2} \left(\frac{\Delta T}{T_0}\right)^2. \quad (18,1)$$

Ez azt jelenti, hogy T növekedésénél, vagyis $dT > 0$ esetén, $dI^* > 0$, vagyis a belső energia növekszik. Ez abból is világos, hogy a zsugorodás kapcsán a molekulák egy része lejjebb, de magasabb hőmérsékletű helyre kerül az adiabatus felmelegedés miatt, tehát az oszlop belső energiája megnő.

Elvileg a belső energia elemi változásából integráció útján meghatározhatjuk bármely szakasz véges változását is, technikailag azonban ez nem hajtható végre egyszerűen, mert $1/k$ nem egész szám.

5. A potenciális energia és változásai

Az egységkeresztmetszetű légoszlop potenciális energiája [2] :

$$P_e^* = \int_0^k g \rho z dz.$$

Ezen kisebb átalakítást hajtunk végre. Először felhasználjuk a statika alapegyenletét, majd pedig ismét behelyettesítjük (7)-ből dp értékét. Így lesz

$$P_e^* = \frac{1}{k^2} \frac{p_0}{T_0^{1/k}} \frac{R}{g} \int_T^{T_0} (T_0 - T) T^{1/k-1} dT \quad (19)$$

vagy végrehajtva az integrációt :

$$P_e^* = \frac{1}{k} \frac{p_0}{T_0^{1/k}} \frac{R}{g} \left[\frac{k}{1+k} T_0^{1/k+1} - T_0 T^{1/k} + \frac{1}{1+k} T^{1/k+1} \right] \quad (19,1)$$

Amint nyilvánvaló, $T = T_0$ esetén $P^* = 0$, ha T csökken, P növekszik. A q keresztmetszetű légoszlop potenciális energiája pedig:

$$P^* = P_e^* q = \frac{1}{k} \frac{R}{g} \frac{Q}{T_0^{1/k} - T^{1/k}} \left[\frac{k}{1+k} T_0^{1/k+1} - T_0 T^{1/k} + \frac{1}{1+k} T^{1/k+1} \right] \quad (20)$$

Vizsgáljuk itt meg P^* függvény viselkedését a $T = T_0$ helyen. Minthogy egyszerű helyettesítéssel most is $0/0$ határozatlan alakot kapunk, újra a L'Hospital-szabályt kell alkalmaznunk.

$$\lim_{T=T_0} P^* = \frac{1}{k} \frac{R}{g} Q \frac{\left[\frac{k}{1+k} T_0^{1/k+1} - T_0 T^{1/k} + \frac{1}{1+k} T^{1/k+1} \right]'_{T=T_0}}{[T_0^{1/k} - T^{1/k}]'_{T=T_0}} = \quad (21)$$

$$= \frac{0}{-\frac{1}{k} T_0^{1/k-1}}$$

ami várható is volt. A potenciális energiának tehát az adott tartományban $T = T_0$ helyen minimuma van, mindenütt másutt > 0 . Monoton növekedéséből következik, hogy a $T = 0$ helyen veszi fel a maximumát (de ismét meg kell jegyeznünk, hogy erre a légkörben nem lehet számítani):

$$P^*_{m. x.} = \frac{1}{1+k} \frac{R}{g} Q T_0 \quad (22)$$

P^* (20) alatti kifejezéséből kiszámíthatjuk a potenciális energia elemi megváltozását T érték környezetében. Differenciálás és rendezés alatt lesz:

$$\frac{dP^*}{dT} = -\frac{1}{k} \frac{1}{1+k} \frac{R}{g} \frac{Q}{(T_0^{1/k} - T^{1/k})^2} \left[\frac{1}{k} T_0^{1/k+1} T^{1/k-1} - \frac{1+k}{k} T_0^{1/k} T^{1/k} + T^{2/k} \right]. \quad (23)$$

Vizsgáljuk meg először dP^*/dT előjelét. Ezt, csakúgy mint dI^*/dT előjelét, a szögletes-zárójeles kifejezés határozza meg. Összevetve ezt a (17) egyenlet zárójeles kifejezésével, azt találjuk, hogy e kettő teljesen megegyezik. Tehát az ott elmondottak érvényesek dP^*/dT -re is. Azaz a szögletes-zárójeles kifejezés T adott tartományán belül mindig pozitív. A potenciális energia kifejezésénél azonban szerepel még egy negatív előjel, végülis kimondhatjuk, hogy az oszlop összehsugorodása esetén, vagyis ha $dT > 0$, a potenciális energia

megváltozása negatív. Ez azt mondja ki, hogy ilyen változáskor a potenciális energia csökken, amint az várható is volt egyszerű megfontolások alapján.

6. A kinetikus energia megváltozása

Ha már ismerjük a belső és a potenciális energia megváltozását, a (3) egyenlet alapján ki tudjuk számítani a kinetikus energia megváltozását is. Elsősorban az érdekel bennünket, hogy a kinetikus energia pozitív vagy negatív lesz-e, vagyis a zsugorodás közben a belső és a kinetikus energiák összegének rovasára felszabadul-e energia. A (3) egyenlet alapján :

$$\frac{dK^*}{dT} = -\frac{dI^*}{dT} - \frac{dP^*}{dT}$$

(17) és (23) alapján :

$$\frac{dK^*}{dT} = \frac{1}{1+k} \frac{Q}{g(T_0^{1/k} - T^{1/k})^2} \left(-Jc_v + \frac{1}{k}R \right) \left[\frac{1}{k} T_0^{1/k+1} T^{1/k-1} - \frac{1+k}{k} T_0^{1/k} T^{1/k} + T^{2/k} \right]. \quad (24)$$

Mint hogy $-Jc_v + \frac{1}{k}R = 2,8507 \cdot 10^6$ cgs, $dK^*/dT > 0$, azaz a zsugorodással kinetikus energianövekedés jár. Ez azt mondja ki, hogy egy hideg légtömb vándorlása során a zsugorodás következtében felgyorsul. Természetesen a hideg légtömb nem tekinthető teljesen zárt rendszernek és így a potenciális energiából felszabaduló mennyiség nem csupán a belső és a kinetikus energia növelésére fordítódik, hanem egy része a sűrűlódás legyőzésére is. Épp ezért, az itt kiszámított kinetikus energia-növekedést nem fogjuk tapasztalni a légtömbön. Mindezek a nehézségek felmerülnek Margules [1] eredményeinél is és mégis Schröder [3] kimutatta, hogy Margules formuláival számolva, jó közelítést talált az okkludált ciklonok kinetikus energia-növekedésére.

ÖSSZEFOGLALÁS

Hideg légtömbből kihalított függőleges légoszlop energiaváltozásait vizsgáltuk bizonyos egyszerűsítő feltételek mellett. Azt kaptuk, hogy zsugorodás esetén a belső energia növekszik, de növekedésénél nagyobb a potenciális energia csökkenése és így végülis kinetikus energia-növekedés is fellép.

IDÉZETT FORRÁSMUNKÁK

1. Margules, M.: Jahrb. Zent.-Anst. Met. Geodynamik, 40 1903., Wien.
2. Haurwitz, B.: Dynamic Meteorology (1941).
3. Schröder, R.: Veröffentlich. Geophys. Inst. Leipzig, 2. Ser. 4., 49. 1929.

HOZZÁSZÓLÁSOK

AUJESZKY LÁSZLÓ

Kongresszusunk előadási anyagának összeállításánál többek közt a következő szempontok vezették az előkészítő bizottságot.

Mindenekelőtt azt óhajtottuk biztosítani, hogy az idő kutatás sokféle ágazó fejezetei közül a legfontosabbak mind képviselve legyenek a hazai kutatók beszámolói között; másfelől azonban azt az elvet követtük, hogy az idő kutatás minden nagyobb fejezetéből csak egy hazai kutatónak csak egy kiszemelt munkáját fogjuk bemutatni.

Ez alól az elvi álláspontunk alól csak egy esetben tettünk kivételt. *A légkör energetikája* az egyetlen olyan diszciplína, amelyből két kutatási beszámolót vettünk fel az előadások közé; de nem amiatt, mivel közülünk olyan sokan foglalkoznának vele, hanem amiatt, mivel az a meggyőződésünk, hogy ebben a fejezetben fekszik tudományunk egész jövő fejlődésének a legbiztosabb útja.

Az elhangzott előadás alkalmat ad ahhoz, hogy ezt az álláspontomat megindokoljam. Tudvalevő, hogy egy bonyolult fizikai folyamatnak a lényegét úgy lehet legbiztosabban megtalálni és legvilágosabban áttekinteni, ha az illető folyamatban dolgozó energiákat mennyiségileg megvizsgáljuk.

Az előadó elvtárs az előnyomuló hideg légtömegek esetében alkalmazta ezt a megbecsülhetetlen kutatóeszközt és képletekkel tudta kifejezni azokat a tényeket, amelyeket eddig általában csak kvalitatív módon szoktunk kimondani. Kívánom, hogy ugyanezt a kecsesítő metodikát más szinoptikus feladatok megoldásánál is ugyanilyen gyümölcsözően alkalmazza!

DÉSI FRIGYES

A számítással kapcsolatban teszek egy megjegyzést. Mikor az előadó a zsugorodó légoszlop kinetikus energiájának megváltozását számolja, akkor feltevései között szerepel az, hogy ez az összeroskadás száraz adiabatikus folyamat. Természetesen ezt a feltevést meg lehet tenni és ha megtesszük, akkor ez a számítás — ahogy láttuk vázlatosan — helyes is. Azonban Ozorai elvtárs azt is kilátásba helyezte, hogy ez kutatásainak az első része, amikor egyetlen egy légoszlop zsugorodásával kapcsolatban számítja ki a kinetikus energia megváltozását. Távlabbi célja — mint mondotta — egy akadályon keresztül haladó légoszlop kinetikus energiaváltozásának meghatározása. Ezzel kapcsolatban szeretném felhívni a figyelmét egy olyan szempontra, amely a szinoptika szükségletéből ered.

Nyilvánvaló, ha Ozorai elvtárs akadályokon áthaladó légoszlop kinetikus energiaváltozását kívánja meghatározni, igen érdekes lenne az a probléma is, — és ez a szinoptikus szempont igénye — hogy valamit mondani tudjon a hidegfront sebességére vonatkozólag is. Ha viszont ezt az elemi szinoptikus szempontot figyelembe vesszük, akkor nyilvánvalóan éppen a hideg frontfelület környezetében semmiképpen sem tételezhetjük fel azt, hogy ott száraz adiabatikus állapotváltozás lép fel. Ugyanis éppen a hideg frontfelület mentén kiadós eső lehetséges és a dinamikus meteorológiából közismert dolog, hogy ilyen intenzitású eső esetében még csak közelítőleg sem tételezhetünk fel száraz adiabatikus állapotváltozást, hanem bizonyos intenzitású eső esetében a zsugorodással együttjáró leszálló mozgásban a légtömeg a nedves adiabatát követi.

Ezt a megjegyzést azért teszem, hogyha Ozorai elvtárs számításaiban tovább halad és a szinoptikában egy hidegfront mozgási sebességével kapcsolatban is kinetikus energiaváltozásbeli számításokat végez, akkor erre a tényre okvetlenül gondoljon.

KOZMA BÉLA

Az előadó 3. alatti alapfeltevése szerint »az összeroskadás következtében fellépő alsó divergenciát egy felső konvergencia kompenzálja, azaz a talajon a nyomás nem változik meg, vagyis $dp_0/dt = 0$. Másképp fogalmazva ez azt a kikötést teszi, hogy a levegő izobárparallel mozog, ami szintén meglehetősen jól megvalósul«.

Ez a feltevés a levezetés alkalmazhatóságát szűk térre korlátozza. Nagyobb perspektívát nyújtó feltevést más szerzőnél sem találtam hasonló problémák tárgyalásánál. Ennek megvizsgálására tekintsük az előadó 2. alatt tett alapfeltevését, mely szerint »a folyamatok száraz adiabatikusan mennek végbe«. Írjuk fel az adiabatikus állapotfüggvényt :

$$p^{1/k} = \lambda \rho$$

ahol p a nyomás, ρ a sűrűség, k a fajhők viszonya és λ egy állandó, valamint a kontinuitási egyenletet

$$\operatorname{div}(\rho c) + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 .$$

Ezekből a feltételekből kiindulva feltételek nyerhetők, amelyek szerint olyan légtestet értelmeznek, amelyben

- a) adiabatikus változások mennek csak végbe,
- b) határain belül, de legalább a határán tartalmazza a forrás és eltűnési helyeit: nagy és kisnyomású nyomáspontok, valamint a zérus sebességű csomópontok összességét.

Az ilyen légtest lezárt rendszer lesz. Ilyen pl. egy stacionárius anticiklon és az őt körülvevő ciklonok rendszere.

Függéles irányban stabilis rétegződésű ilyen légtestre sikerült tisztán a talajnyomások segítségével kiszámítanom

- a) egy észlelési pontban egységnyi felületen átáramló levegőoszlop nagyságát (szélút),
- b) a helyen várható legnagyobb kinetikus energia sűrűséget (szélnyomás),
- c) felvilágosítást kaptam az áramlás zérus sebességű csomópontjainak távolságára.

A nyert elméleti módszer teljes mértékben alkalmazható a szél említett elemei prognosztizálására!

Az előadó által definiált légtest a kontinuitási egyenletből nyert feltételezésünk közül csak az elsőt tartalmazza. Hogy mennyire van az ilyen légtest megvalósítva, arra csak számítások tudnak majd felvilágosítást adni. A valóság arra utal, hogy légtestek csak talajnyomás változásával vándorolnak vagy terülnek szét. Az előadó felvetette kérdés nagyfóntosságú, mert feltétlenül anticiklon összeomlása indítja meg az észlelhető levegőbetöréseket.

BERKES ZOLTÁN

Osorai elvtárs előadásában igen szemléletesen tárta elénk a szétterülő légtömegek energiaváltozásait és jó képletszerű összefüggést tudott kapni a kinetikus energia megváltozása és a potenciális energia megváltozása között, amivel a fizikai kutatások szellemében járt el, mert hiszen a két energia egymásba alakulása tisztán mozgási jelenségek esetén a fizikának egyik alaptétele. A kérdést kissé mélyebben boncolva felmerülhet az a szempont, hogy tulajdonképpen mi indítja meg a jelenséget, tehát a kinetikus energia nő-e meg először és ennek következtében csökken a potenciális energia vagy fordítva, a potenciális energia csökkenése kezdi el a jelenséget és a kinetikus energia azután nő meg. Valószínűleg a természetben mindkét fajta jelenségre találunk példát; a stationárius és nem stationárius anticiklon esetére lehetne itt gondolni.

Egészen egyszerű szavakkal szólva, tulajdonképpen arról van szó, hogy ha egy légkörben a molekulák lefelé jutnak, akár lesiklásban, akár egyszerű szabad esésben, akkor a sebesség növekedik és ezt a sebességnövekedést átadva az alacsonyabb légrétegeknek, azokat nagyobb sebességre ösztökéli. Viszont ha a sebesség csökken valami oknál fogva alul, akkor a felső molekulák kénytelenek leesni, tehát passzív lesiklás történik.

Igen érdekes volna ennek a kérdésnek részletesebb vizsgálata ezekkel a stationárius és nem-stationárius anticiklonokkal kapcsolatban.

Osorai elvtárs egyik feltevése szerint adiabatikus eloszlású légtömegekkel számol, ami igen helyes, azonban meg kellene különböztetni egyes igen érdekes eseteket, különösen téli, úgynevezett hideg betöréseket, amelyek mint álcázott hidegbetörések, meleg betörésként szoktak jelentkezni, mert ilyen esetben a talajmenti inverzió párszáz méterre alul igen elronthatja ezt a feltételezést, de azon felül megvan a tétel értelme, úgyhogy az ott észlelt szélsőségekre lesz érvényes a feltevés. Tehát ilyen esetekben Osorai elvtárs számításainak eredményét erre a szintre kell vonatkoztatni.

BÉLL BÉLA

Magyarországon, az óceáni, kontinentális és mediterrán hatások érintkező területén a légtömegszinoptika fontossága különösen kidomborodik. Az ország medence jellege és az ezzel összefüggő zártsága a légtömegek behatolását bizonyos dinamikai és termodinamikai feltételek teljesülésétől teszi függővé, amely feltételek teljesülése egyúttal légtömegmódosító következményekkel is jár. Másrésztől a medencében megállapodott levegő jóval nagyobb mértékben ki van téve átalakulásnak, mint a kevésbé zárt síkságon vagy hegyvidéken. Éppen ezért a hazai szinoptikus kutatás két főiránya: a légtömegek áthatolása a Magyarországot övező hegláncokon és a magukra hagyott légtömegek átalakulása a medence térségében. Kétségtelen, hogy az utóbbi feladat az egyszerűbb, a kutatás első lépését tehát ebben az irányban kell megtenni. Tapasztalat szerint a magára hagyott hideg légtömeg összeroskad és az alsó rétegekben szétfolyik. Az ezzel kapcsolatban energiaátalakulásokat bonyolulttá teszik azok a sugárzási folyamatok, amely részben növelik, részben csökkentik a légtömegek energiataralmát.

Ennek a bonyolult feladatnak megoldása felé az első lépés Osorai most bemutatott munkája. Kimutatja, hogy a belső energia és a potenciális energia megváltozása a légtömeg összeszorodása következtében energiacsökkenést jelent, amely szükségszerűleg kinetikai energianövekedéssel jár. Az összeroskadás

következménye tehát szélváltozás, amelyet a súrlódás csökkent, de analógiában a Margules-féle formulák alkalmazásával, nem valószínű, hogy egészen megszüntet. Az elmúlt évben számos ilyen összezsugorodás tanui voltunk s a függőleges metszetekkel ezeket napról napra követhettük is. Érdekes lenne Ozorai elméleti levezetésének egyes konkrét esetekre való alkalmazása.

Hasonlóképpen alkalmazni lehetne az elméleti eredmények továbbfejlesztését — összhangban Margules vizsgálataival — olyan hideghullámokra, amelyek a magasban több nappal előbb jelentkeznek Magyarország fölött, mint a talajon s a felsőbb rétegekben potenciálisan hidegebb levegő helyezkedik el. Hasznos lenne a stabilizálódással együttjáró kinetikai energianövekedés megfigyelése konkrét esetekben. Ilyen időjárási helyzet több ízben előfordult 1949/50 telén északnyugat felől érkező gyengébb hideghullámoknál. Ugyanakkor az északeletről érkező erősebb hideghullámok a talajon jelentkeztek először, stabil rétegződésben.

Ezek a kérdések átvezetnek a légtömeg energiaváltozásának problematikájába a hegységeken való átkelés közben. Ez a feladat, amelyet az előadó mint legközelebbi kutatási irányt jelöl meg, a hazai szinoptikus kutatásnak legfontosabb feladata, amelyet a Magyar Medence földrajzi adottságai szinte kötelezően írnak elő szinoptikusaink számára. Az ezzel összefüggő folyamatok: a hideg légtömegeknek az Északkeleti Kárpátokon való átömlése, valamint a sekélyebb hideg légtömegeknek a Keleti Kárpátok mellett való lefolyása a hazai gyakorlati szinoptikának éber figyelemmel kísért indikátorai. Ezeknek a folyamatoknak elméleti úton való követése a légköri hidrodinamika alkalmazását teszi szükségessé, egyúttal ennek gyakorlati felhasználására a legszebb példákat ígéri.

A várható eredményeknek a gyakorlatra való alkalmazása megkívánja, hogy a légtömegeknek a Kárpátokon való átkelését megfelelő észlelésekkel kövessük. Ez a kérdés egyaránt fontos a csehszlovák, a román, a bolgár és a magyar szinoptikus szolgálat szempontjából s a megoldás az említett államokon kívül a Szovjetunió és Lengyelország együttműködését is feltételezi. Erre reményt ad az a készség, amelyet hasonló kérdések megoldásánál a szomszéd államok részéről mindig tapasztaltunk.

OZORAI ZOLTÁN válasza a hozzászólásokra

Valamennyi hozzászólásra egyszerre tudnék válaszolni, mégpedig röviden azzal, amit bekezdésnek is mondtam, hogy ez egy tervbevetett kutatás első tapogatódzása csupán.

A hozzászólók valamennyien egy-egy irányt jelöltek meg atekintetben, hogy milyen irányban célszerű ezeket a kutatásokat folytatni. Természetesen ezekhez igazodván sok hasznos gondolatot merítettem belőlük. Aujeszky elvtárs felhívta a figyelmemet arra, hogy más területeken alkalmazzuk az energetika alaptörvényeit. Természetesen ez is távolabbi kutatási cél.

Köszönöm Dési elvtárs megállapítását, amely a frontok környezetében lévő adiabatikus változásokra vonatkozik. A további kutatások során ezeket is figyelembe vesszük.

Kozma elvtárs röviden ismertette elkövetkezendő saját kutatási programját. Kettőnk között az a különbség, hogy ő egy egész légtestet vesz fel, én pedig csak egy légoszlopra szorítkozom. Vizsgálataimat természetesen nekem is ki kellene terjesztenem, ha nem is egy egész légtestre, de legalább a front közelében lévő légtestekre.

Berkes elvtárs felhívta a figyelmet arra, hogy az álcázott hideg betörések esetén az alsó légtérben nincsenek adiabatikus változások. Azt szeretném mondani erre, hogy az alsó rétegben nem következnek be szétáramlások. Az alsó réteg ott majdnem változatlan. A nagyobb változások a felsőbb részekben következnek be.

Egyetértek Béll elvtárssal abban, hogy a medencével kapcsolatosan az ilyen frontsebesség vizsgálatok sajátosan magyar problémák. Ebben az irányban indult meg az a kutatás, amelynek ez az első lépése.

A FÜGGŐLEGES LÉGOSZLOP ENERGETIKÁJÁNAK ÚJ TÉTELE

AUJESZKY LÁSZLÓ

a fizikai tudományok kandidátusa

?

A bemutatandó tételt egy évek óta folyó nagyobb vizsgálatom végzése közben találtam meg és több irányban való általánosítás után az 1951. év folyamán hoztam az itt bemutatandó végleges alakra.

A vizsgálat célja az volt, hogy a légkör összes energiakészleteiről minél pontosabb számszerű becseket tartalmazó katalógust készítek. Evégből a légkört kisebb alapterületű légoszlopokra kellett felbontani és minden egyes légoszlop energiakészleteit elő kellett állítani, mint a földrajzi koordináták függvényét. Ennek a munkatervnek a végrehajtása közben többek közt a légoszlop hőenergiáját és nehézségi potenciális energiáját is meg kellett határozni, ami egy-egy hosszadalmas integrálás elvégzését kívánja meg. A két integrál egybevetéséből az tűnt ki, hogy a légoszlopnak e között a kétféle energiakészlete között (amelyeket E_Q -val és E_g -vel óhajtunk jelölni) egy meglepően szoros mennyiségi kapcsolat áll fenn, amely a következő tételben fejezhető ki:

Egy aerosztatikai egyensúlyban lévő függélyes légoszlopban, amely a tenger színében kezdődik és a légkör felső határáig terjed (ú. n. »hiánytalan« légoszlop) a hőenergiából és a nehézségi potenciális energiából alkotott hányados mindig ugyanaz a számérték:

$$\frac{E_Q}{E_g} = \text{konst.}$$

függetlenül attól, hogy a légoszlopot a földnek melyik éghajlati táján választottuk ki és milyen időjárás uralkodik benne; éspedig a konstansnak a következő értéke van:

$$\frac{E_Q}{E_g} = \frac{1}{\alpha - 1} \quad (1)$$

ahol α a levegő kétféle fajhőjének a hányadosát jelenti.

Mint hogy α értéke 1,4-nek vehető, a konstans igen jó közelítéssel 2,5-nek adódik; kimondott tételünk tehát igen jó közelítéssel így írható:

$$\frac{E_Q}{E_g} \cong 2,5 \quad (2)$$

A tétel eszerint azt mondja ki, hogy minden aerosztatikus egyensúlyban lévő hiánytalan légoszlopnak a nehézségi potenciális energiája egyenlő a légoszlop hőenergiájának α -1 szeresével, vagyis igen jó közelítéssel a hőenergia 40%-ával :

$$E_g \cong 0,4 E_Q \quad (3)$$

A tételnek egy érdekes következménye adódik időváltozások esetére. Időváltozások alkalmával általában megváltozik a légoszlop hőkészlete és a potenciális-energia-készlete is. De az új tétel kapcsolatát von maga után a kétféle energiakészlet megváltozásai között, és pedig a következőt.

Az időváltozások folyamán a légoszlop átmenetileg kilép a sztatikus egyensúly állapotából, de az időváltozás befejeződése után az aerosztatikus egyensúly újból helyreáll. Legyen ebben a végső állapotban a légoszlop hőkészlete $E_Q + \Delta E_Q$, geopotenciális energia-készlete $E_g + \Delta E_g$. A tételből az következik, hogy a ΔE_Q és ΔE_g energianövekmények közt ugyancsak fennáll a (2)-höz analóg alakú kapcsolat :

$$\frac{\Delta E_Q}{\Delta E_g} \cong 2,5 \quad (4)$$

vagyis időváltozások alkalmával a légoszlopnak ez a két energiakészlete egymással arányosan változik meg: a geopotenciális energia megváltozása mindenkor egyenlő a hőenergia megváltozásának 40%-ával.

Mindezen állításaink bizonyítását következőképpen végezzük el.

1. Az (1) alatti kiinduló tétel bizonyítása. Kiindulópontul szolgál az a tény, hogy a légoszlop bármelyik energiakészletét úgy kapjuk meg, hogy az illető energiafajtának a térfogategységben lévő mennyiségét (az ú. n. *energiasűrűséget*) integráljuk a magasság szerint a légoszlop aljától a légoszlop felső végéig; eszerint

$$E_Q = \int_0^H \delta_Q dh \quad (5)$$

$$E_g = \int_0^H \delta_g dh \quad (6)$$

ahol h a tenger színétől számított magasságot, H a légoszlop felső végének magasságát, δ_Q a hőenergiának az energiasűrűségét, δ_g a geopotenciális energiának az energiasűrűségét jelenti.

Az integrálások elvégzése céljából a δ_Q és δ_g energiasűrűségek előállítandók, mint a h magasság explicit függvényei. A kinetikus gázelméletből következik, hogy

$$\delta_Q = \frac{P}{\kappa - 1} \quad (7)$$

ahol P jelenti azt a légnyomást, amely az illető h magasságban áll fenn.*

A geopotenciális energiának az energiasűrűségi képlete viszont (ha a nehézségi gyorsulásnak a függőleges mentén való csekély változását figyelmen kívül hagyjuk) a következő:

$$\delta_g = gDh \quad (8)$$

ahol g a nehézségi gyorsulás, D a légsűrűség h magasságban.

Miután a nehézségi gyorsulás felfelé való csökkenése a légkörön belül még nagyon csekély (az energetikailag számottevő alsóbb légköri szintekben pedig egészen elhanyagolható), azért a (8) képletet az egész légoszlopban használni fogjuk, miáltal (5) és (6) képleteink a következő alakot öltik:

$$E_Q = \frac{1}{\kappa - 1} \int_{h=0}^H P dh \quad (9)$$

$$E_g = \int_{h=0}^H g D h dh \quad (10)$$

Ezekután az (1) igazolásához nyilván csak annak kimutatása szükséges még, hogy a (9) és (10) egyenletek jobb oldalán álló integrálok minden légoszlopban egyenlők egymással.

Ennek kétféle bizonyítását dolgoztuk ki, amelyek egymástól független utakon haladnak.

* Ennek a képletnek ismertebb alakja a következő:

$$\delta_Q = \frac{\varphi}{2}$$

ahol φ jelenti a levegőt alkotó molekulák szabadsági fokainak átlagos számát. Tudva azonban, hogy (a levegőt ideális gáznak tekintve) κ és φ közt a következő kapcsolat áll fenn:

$$\kappa = \frac{\varphi + 2}{\varphi}$$

kapjuk az energiasűrűség képletének (7) alatti alakját.

Az egyik bizonyítás a két integrál közvetlen kiszámításán alapszik. Ez szükségessé teszi, hogy a két integrált annyi részintegrál összegére bontsuk, ahány különböző egymásfeletti tartománya van a légkörnek (troposzféra, sztratoszféra, ozonoszféra, ozonosztratoszféra stb., stb.), és mindegyik tartományra az integrálást külön végezzük el. Ez a közvetlen bizonyítás messze túlhaladja egy előadás kereteit és más helyen kerül közzétételre.

A másik, rövidebb bizonyítás következőképen folyik le.

Mindenekelőtt felhasználom a tételnek azt a praemisszáját, hogy a légoszlop minden szintjében aerosztatikus egyensúly áll fenn, vagyis minden h magasságban érvényes a

$$dP = -gDdh \quad (11)$$

aerosztatikai alapegyenlet. Ezt (10)-be beiktatva, kapjuk:

$$E_g = - \int_{h=0}^H h dP \quad (12)$$

Ezzel a h magasság helyett a P légnyomást vezettük be integrációs változóul; az integrációs határok pedig következőképp változnak meg: az integrálás alsó határa az a légnyomás lesz, amely $h = 0$ magasságban áll fenn (ezt jelöljük P_0 -l); a felső határ pedig az a légnyomás lesz, amely a H magasságban (a légoszlop felső végén) áll fenn, ez a nyomás azonban 0-val egyenlő. Kapjuk tehát (12)-nek ezt az alakját:

$$E_g = - \int_{P=P_0}^0 h dP = \int_{P=0}^{P_0} h dP \quad (13)$$

Ezzel tételünk bizonyítását már arra redukáltuk, hogy a (9) és (13) jobb oldalán álló integrálok egyenlő voltát kell csak kimutatnunk. Ezt készen fogja szolgáltatni a következő egyszerű matematikai segéd-tétel:

Ha valamely x és y változók közt olyan

$$y = f(x)$$

$$x = \varphi(y)$$

függvényi kapcsolat áll fenn, amely a következő kikötéseknek tesz eleget:

Az x változó értelmezési tartományának legyen egy olyan pozitív X helye, és a y változónak legyen egy olyan pozitív Y helye, hogy $f(x)$ integrálható függvénye legyen x -nek a $0, X$ intervallumban; $\varphi(y)$ integrálható függvénye legyen y -nak a $0, Y$ intervallumban; továbbá $f(x)$ a $0, X$ intervallumban monoton csökkenjen oly módon, hogy $f(0) = Y$ és $f(X) = 0$;

akkor x és y közt beteljesedik a következő összefüggés* :

$$\int_{x=0}^X y dx = \int_{y=0}^Y x dy \quad (14)$$

A segédtételt következőkép alkalmazzuk. Nyilvánvaló, hogy h és P olyan mennyiségpárt alkot ($h = x$, $P = y$), amely eleget tesz segédtételünk praemisszáinak akkor, ha X helyébe a légkör felső végének magasságát ($X = H$), Y helyébe pedig a $h = 0$ magasságban fennálló P_0 légnyomást választjuk. Ezeket behelyettesítve, (14)-ből kapjuk :

$$\int_{h=0}^H P dh = \int_{P=0}^{P_0} h dP \quad (15)$$

amibe (9) és (13) alapján behelyettesítve :

$$(\kappa - 1) E_Q = E_g$$

és ez már azonos a bizonyítani kívánt (1) relációval.

Megjegyezzük, hogy Sz. P. Hromov : »A szinoptikus meteorológia alapjai« c. művében már egy közbevetett utalás van egy ilyen összefüggés létezésére (magyar kiadás 413. old.), de a tétel közelebbi megfogalmazására nem terjeszkedik ki és a tétel praemisszái közül a statikus egyensúly követelését nem mondja ki. A tételt egy olyan kapcsolat következményének tartja, amely lényegében (15)-tel azonos, de ennek bizonyításával nem foglalkozik, és így a tétel eddig bebizonyítatlannak volt tekintendő.

2. A (4) alatti melléktétel bizonyítása. A (4) alatti közelítő tétel helyett a pontosabb

$$\Delta E_Q = \frac{1}{\kappa - 1} \Delta E_g \quad (16)$$

tételt bizonyítjuk be, és pedig egyszerűen azért, hogy a már igazolt (1) tételt külön-külön alkalmazzuk az időváltozás előtti és az időváltozás utáni energia-viszonyokra. Ezzel a következő két egyenlethez jutunk :

$$E_Q = \frac{1}{\kappa - 1} E_g$$

* Ennek a segédtételnek a helyessége legkönnyebben következőkép igazolható : Derékszögű koordinátarendszerben ábrázolva változóinkat, nyilvánvaló, hogy a koordinátatengelyek és az $y = f(x)$ görbe közé eső terület egyenlő úgy az első, mint a második integrállal, tehát a két integrál egymás közt is egyenlő.

$$E_Q + \Delta E_Q = \frac{1}{\alpha - 1} (E_g + \Delta E_g)$$

A második egyenlethől az elsőt kivonva, kapjuk a bizonyítani kívánt (16) relációt.

A most bebizonyított energetikai tételek több tekintetben érdekesek, sőt meglepőek. Érdekes bennük mindenekelőtt az, hogy amelyik légoszlopban több a hőenergia, abban szükségképpen több a geopotenciális energia is, minthogy a két energiakészlet hányadosa egy fix állandó számérték. Érdekes továbbá, hogy időváltozások alkalmával a kezdeti és végállapot közti energiakülönbség mind a két energiafajtánál ugyanilyen állandó arányban áll egymáshoz. Meglepő, hogy a légoszlop esetében két olyan energiakészlet közt áll fenn ez a szigorú mennyiségi kapcsolat, amelyek más anyagoknál általában nagymértékben függetlenek egymástól (pl. a meleg testek *általában* nem fekszenek egyúttal nagy tengerszintfeletti magasságban, vagyis a nagy hőenergia *általában* nem jelent egyben nagy geopotenciális energiát is); *a tétel tehát a légoszlopnak egy energetikai kiváltságát fejezi ki.*

Figyelemreméltók ezek az eredmények azért is, mert a hőenergia tudvalevően a légoszlop alsó részeiben összpontosul, a geopotenciális energia pedig a magasabb részeiben. Mégis ezek közt a különböző magasságokban elhelyezkedett energiakészletek közt található ilyen meglepően egyszerű kapcsolat: amelyik légoszlop alsó szintjeiben viszonylag sok vagy kevés a hőenergia, ugyanannak a légoszlopnak a felső szintjeiben viszonylag sok vagy kevés a geopotenciális energia is.

Az új tétel további érdekessége, hogy a sztatikus egyensúlyban lévő légoszlop E_Q/E_g energiahányadosa olyan meteorológiai mennyiséget képvisel, amely teljesen invariáns úgy az időjárásállapottal és az évszakok változásaival szemben, mint az éghajlati különbségekkel szemben.* A tétel ezek szerint az ú. n. *megmaradási tételek* közé tartozik és ebben a tekintetben hasonlít az energia-megmaradás vagy az impulzusmegmaradás klasszikus tételeihez.

A tétel egyik haszna abban áll, hogy nagymértékben egyszerűsíti a numerikus energetikai számításokat. Ugyanis a légoszlopok energiakészleteinek numerikus kiszámításánál jelentékeny munkamegtakarítást tesz lehetővé: a hőenergiának és a geopotenciális energiának az (5) és (6) integrálok külön-külön való fáradságos kiszámítása *helyett* elegendő az egyik energiaértéket meghatározni (éspedig a könnyebben kiszámítható integrált választhatjuk erre a célra), mert ebből a másik energiaérték már 2,5 átszámítási tényező alkalmazásával azonnal adódik.

* A hányados értéke csak akkor változhatik meg, ha a légoszlop kilép a sztatikus egyensúlyból, ami a légkörben mindig csak kivételesen és rövid átmenetként következik be. Az egyensúlyi állapot helyreálltakor a tétel ismét érvénybe lép, még akkor is, ha a légoszlop időállapota lényeges és maradandó változást szenvedett el.

A tétel több irányban *lényegesen általánosítható*. Ugyanis kiterjeszhető a többi bolygók légköréből kiválasztott légoszlopokra, továbbá egy-egy egész légkörre is; ezenkívül felállítottuk a tételnek olyan általánosításait, amelyek nemcsak egy hiánytalan légoszlopnak, hanem egy-egy kisebb légoszlopszakasznak a kétféle energiakészlete között is érdekes kapcsolatot mondanak ki.

1. Ugyanaz a gondolatmenet, amellyel tételünket levezettük, más bolygók esetében is használható, amennyiben ezeknek a légköre aerosztatikus egyensúlyban van. Mindössze a tételben fellépő konstansnak a számértéke változik valamivel bolygóról-bolygóra, annak folyományaképpen, hogy más és más anyagi összetételű légkörökben a H fajhőhányados értéke kissé különböző lehet.

2. Olyan bolygón, amelyen nincsenek nagyobb hegységek, az egész légkör úgy fogható fel, mint egymás mellett álló hiánytalan légoszlopoknak az összessége. Mivel a tétel minden hiánytalan légoszlopban külön-külön érvényes, az egész légkörre is igaz lesz, hogy az illető légkör összes hőenergiája úgy viszonylik a légkör összes geopotenciális energiájához, mint 1 viszonylik a $\kappa - 1$ -hez.

3. Földünk csak közelítőleg tekinthető ilyen bolygónak, mert a Földön vannak elég jelentékeny hegységek. De a közelítés nem nagyon durva, mert a földi hegységek aránylag igen kevés térfogatot foglalnak el a légkör egész térfogatából. *Eszerint az (1) tétel közelítőleg érvényes akkor is, ha E_Q -val és E_g -vel az egész földi légkör összes hőenergiáját és geopotenciális energiáját jelöljük.*

4. Hegyek és fennsíkok felett található légoszlopok nem »hiánytalanok«, mert nem a tenger színében kezdődnek. Ha a légoszlop alsó vége x tengerszínfeletti magasságban fekszik, akkor (1) helyett a következő *általánosabb kapcsolat* áll fenn:

$$E_Q = \frac{1}{\kappa - 1} (E_g - xgM) \quad (17)$$

ahol M a légoszlop tömegét jelenti.

Ennek az általánosításnak a bizonyítása végett gondoljuk meg, hogy ha a potenciál zérus-szintjéül nem a tenger szintjét, hanem az x magasságú szintet választjuk, akkor bármely h magasságban lévő dm tömegelemnek a nehézségi potenciális energiája $g h dm$ helyett csak $g (h - x) dm$ lesz, tehát az egész légoszlopnak erre a szintre vonatkoztatott nehézségi potenciális energiája nem E_g , hanem csak a következő lesz:

$$E_g - xgM \quad (18)$$

Viszont az így értelmezett nehézségi potenciális energiának a zérus-szintje egybeesik a légoszlop kezdőszintjével, tehát erre a mennyiségre mindenben érvényes az a megfontolás, amellyel az (1) tételt a dolgozat elején bebizonyítottuk; ez a jelen esetben a (17) relációhoz vezet.

A (17) egyenletnek egy más alakját kapjuk, ha figyelembe vesszük, hogy aerosztatikai egyensúly esetén az x magasságban fennálló P_x légnyomásnak a következő kapcsolata áll fenn az M tömeggel :

$$f P_x = \frac{M}{g}$$

ahol f a légoszlop keresztmetszeti területét jelenti. Ezáltal (17) ebbe az alakba megy át :

$$E_Q = \frac{1}{\kappa - 1} (E_g - f x P_x) \quad (19)$$

5. Ha a hiánytalan légoszlopok helyett a légoszlopoknak *csak egy szakaszában* vizsgáljuk meg a hőenergia és a geopotenciális energia mennyiségét, azt találjuk, hogy a két energiakészlet hányadosa most már nem fix számérték, hanem függ a légoszlopszakasz méreteitől, magassági fekvésétől és a benne lévő levegő meteorológiai állapotától. A két energiakészlet között azonban itt is fennáll egy *általánosabb kapcsolat*, amely az (1) tételt különleges esetként magában foglalja és a következőkben áll :

Tekintsük a függélyes légoszlopnak egy tetszőleges méretű és tetszőleges magassági fekvésű szakaszát; jelöljük a légoszlopszakasz alsó határának magasságát a -val, a felsőét b -vel. Kimutatjuk, hogy a légoszlopszakasznak az E_Q hőenergiája és az E_g geopotenciális energiája között a következő kapcsolat áll fenn :

$$E_Q = \frac{1}{\kappa - 1} (E_g - f a P_a + f b P_b) \quad (20)$$

ahol f ismét a légoszlop alapterülete, P_a és P_b pedig az a és b magasságban fennálló légnyomásokat (vagyis a légoszlopszakaszban található legnagyobb és legkisebb légnyomást) jelentik.

Ha a -val zérushoz, b -vel pedig H -hoz közeledünk, akkor a légoszlopszakasz kiegészül egy hiánytalan légoszloppá. Ebben a szélsőséges esetben $P_b = P_H = 0$, a (20) képlet jobb oldalán lévő második és harmadik tag eltűnik, miáltal visszajutunk az (1) kapcsolathoz, vagyis (20) valóban az (1)-nek egy általánosítását tartalmazza.

A (20) alatti általánosításnak a bizonyításához felhasználjuk a már beigazolt (19) képletet, amely a csonka légoszlopok energiakészletei közötti kapcsolatot fejezi ki. Tekintsük azt a csonka légoszlopot, amely a magasságban kezdődik. Ez áll egyrészt az a és b szintek közé eső, megvizsgálandó légoszlopszakaszból, másrészt a b magasságtól a légkör tetejéig terjedő másik csonka légoszlopból. Az utóbbinak a hőkészletét E_{Q_s} -sel, geopotenciális energiáját E_{g_s} -sel fogjuk

jelölni. Alkalmazva (19)-et a nagyobbik (a magasságban kezdődő) csonka légoszlopra, kapjuk :

$$E_Q + E_{Q_s} = \frac{1}{\alpha - 1} (E_g + E_{g_s} - f a P_a)$$

ha pedig a kisebbik (b -ben kezdődő) csonka légoszlopra alkalmazzuk (19)-et.

$$E_{Q_s} = (E_{g_s} - f b P_b)$$

Ezt az egyenletet a megelőzőből kivonva, kapjuk a bizonyítani kívánt (20) összefüggést.

6. A tételnek egy további általánosításához jutunk, ha az 5. alatti tételt olyan légoszlopszakaszokra alkalmazzuk, amelyeknek az a és b határszintjei olyan különlegesen vannak megválasztva, hogy eleget tesznek a következő kikötésnek :

$$a P_a = b P_b \quad (21)$$

Ezesetben ugyanis (20) jobb oldalán az utolsó két tag megsemmisíti egymást és (20) ezáltal átmegegy a kiinduló tételbe. Ezzel máris bebizonyítottuk a tétel következő általánosítását :

Az (1) alatti tétel akkor is érvényes, ha E_Q és E_g egy sztatikus egyensúlyban lévő légoszlopból kivágott olyan légoszlopszakasznak a hőenergiáját és geopotenciális energiáját jelenti, amely légoszlopszakasznak a két elhatároló magassága, a és b , eleget tesz a (21) alatti különleges kikötésnek.

Ez a tétel tényleg magában foglalja speciális esetként a hiánytalan légoszlop esetét is. Ugyanis a hiánytalan légoszlop olyan szélső esetét képviseli az a és b szintek között fekvő légoszlopszakasznak, amidőn $a = 0$, $b = H$; és ez a eset a (21) relációt tényleg kielégíti, és pedig triviálisan, mert (21) most $0 = 0$ alakba megy át.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a bemutatott tétel a függőleges légoszlopnak egy érdekes energetikai kiváltságát fejezi ki; a tétel hasznosítása pedig úgy a gyakorlati energiaszámításokban, mint új energetikai tételeknek a kinyomozásában igen széleskörűnek bizonyul.

HOZZÁSZÓLÁSOK

BERKES ZOLTÁN

A korszerű meteorológiai kutatás egyre inkább a fizikai módszerek és törvények alkalmazásán nyugszik. Aujeszky dolgozata is légkörünk szerkezetének egy új, fizikai alapokon nyugvó tételét tárja elénk, önálló kutatásai alapján.

A korszerű fizikában első helyen állanak az energetikai tételek. Aujeszky új tétele is energetikai tétel, amennyiben a légkör hőenergiája és nehézségi potenciális energiája közötti arányosság megállapítására vonatkozik. Tételének lényege akként fejezhető ki, hogy a függőleges légoszlopba bevezetett hőenergiának mintegy 40%-a a légoszlop kiterjesztésére, vagyis súlypontjának emelésére szolgál, 60%-a pedig annak felmelegítését hozza létre.

A tétel bizonyítását Aujeszky kétféle úton is elvégzi. Kijelenti azt is, hogy tétele a Föld bármely éghajlata alatt érvényes, aerosztatikai egyensúlyban lévő légoszlopokra. Ez a kijelentés tételének harmadik-fajta, gyakorlati ellenőrzésére is alkalmat ad. A légoszlop súlypontjának tekinthető 500 mb-os szintnek magasságára vonatkozóan ugyanis megbízható adatokat szolgáltatnak a kb. egy évtizede folyó rádiószondás mérések. Ismeretesen e szintnek hőmérsékleti adatai is, amelyek a légoszlop átlag-hőmérsékletét képviselhetik. Ezen adatok összehasonlítása alapján — tekintetbevéve, hogy az új tétel szerint egy fok felmelegedéshez a súlypont 28,5 méternyi emelkedése kapcsolódik — a Sarkvidék és az Egyenlítő felett észlelhető súlypontkülönbség jó megegyezésben van a tételből számíthatóval.

DÉSI FRIGYES

Aujeszky elvtárs számításával kapcsolatban szeretnék egy szempontra rámutatni. Nyilvánvaló — ez az előadás folyamán is kiderült —, hogy ez tisztán statikai számítás. Én úgy gondolnám a további kutatás irányát, hogy a következő lépés lenne a mozgási körülmények figyelembevétele, tehát hogy ugyanezt a tételt quasistatikus mozgások esetén nézzük meg. Igen intenzív hidegbetörés esetén feltételezhető az, hogy — legalábbis pillanatokra — egy légoszlop megemelődik és akkor előáll az a ritka eset, hogy a megemelődött légoszlop potenciális energiája megnő, ugyanakkor pedig minden részecskére nézve a hőmérséklet és a nyomás konstans. Nyilvánvalóan, ha a változás irányában nézzük ezt a tételt, akkor már nem fog olyan egyszerűen festeni. Ha azt az esetet vizsgáljuk, hogy ez a quasistatikus mozgás lezajlik és természetesen a légkörben ez a folyamat csak egy pillanatig tarthat, majd újra beáll a statikus egyensúly, akkor nyilvánvalóan ez a tétel helyes. De a változás pillanatában — egy ilyen quasistatikus mozgás esetében — beállhat egy olyan eset, amikor a potenciális energia megnő, függélyes eltolódás fellép és a légoszlop minden részecskéjére nézve a hőmérséklet és nyomás mégis konstans marad.

BÉLL BÉLA

A légköri energetika az atmoszférikus nyomástérrel, a nehézségi erőterrel, a különböző sugárzási, vezetési és halmazállapotváltozásokra visszavezethető hőáramlásokkal a meteorológia legbonyolultabb fejezetei közé tartozik. Éppen azért meglepő az a klasszikus tömörségű tétel, amelyet Aujeszky bemutatott. A tétel elméleti megalapozottságát Aujeszkynek az a felismerése adja meg,

hogy a hőenergia sűrűsége és a potenciális energia sűrűsége egyaránt kifejezhető a nyomással s így mindkét energiafajta a nyomás magasság szerinti eloszlásától függ. A tétel felismerésében véleményem szerint nagyon hasznosnak bizonyult a kinematikus gázelmélet felhasználása, amely a hőenergia fenti módon való kifejezésére vezetett. A tétel frappáns egyszerűségéhez méltó az a világos és logikus matematikai levezetés, amellyel Aujeszky tételét bizonyítja.

A légkör összes energiakészletének megbecsülésénél jól felhasználható a tétel általános formája, amely a hiánytalan légoszlop teljes hőenergiájának és potenciális energiájának viszonyát adja meg. Ugyancsak jól felhasználható gyakorlati számításoknál az energiafajták arányos megváltozására vonatkozó következtetés, amelynek egyszerű fizikai magyarázata is van. Ha ugyanis adott alapú hiánytalan légoszlop hőt fogad be, fölfelé tágul, tömegközéppontja ennek megfelelően emelkedik, a hőbefogadással egyidejűleg tehát potenciális energiája nő. Aujeszky tétele megadja a potenciális energia növekedésének számszerű értékét is. A két energiafajta szempontjából tehát a légoszlop valóban energetikai kiváltságokat mutat más testekkel szemben, mégpedig ez természetesen következik az atmoszférikus nyomástér és a nehézségi erőter egyidejű jelenlétéből.

A tétel általánosítása légoszlop-szakaszokra nagymértékben kiterjeszti ennek gyakorlati használhatóságát. Az időváltozásokkal kapcsolatos energia-változások a két energiafajta nézve a réteg geometriai adatainak ismeretében az alap és a felső szint nyomásából kiszámíthatók. Valószínűleg nagyon jól használható számértékek kaphatók ezzel az egyszerű számítási módszerrel.

A szerzőnek igaza van abban, hogy a tétel hasonlít az energetika klasszikus megmaradási tételeihez s a hasonlóság annál nagyobb, mivel előreláthatólag Aujeszky tétele is újabb energetikai következtetések kiinduló pontja lehet.

DOBOSI ZOLTÁN

Aujeszky elvtárs értékes tételét szeretném én is alátámasztani más oldalról.

Ha egy, a légkör aljától a felső határáig terjedő légoszlop bármely tömeg-egységi részével dQ hőmennyiséget közlünk, akkor a termodinamika elemi képlete értelmében

$$dQ = c_p dT + A p dv$$

Azaz a közölt hő egyrésze: $c_p dT$ mennyiség a szóbanforgó tömegegységnyi levegő felmelegítésére, másrésze: $A p dv$ hőmennyiség a kiterjesztés munkájára fordítódik. Tételezzük fel, hogy eközben a levegőoszlop mennyisége nem változik meg, azaz továbbra is »hiánytalan légoszlop« marad. A hőkiterjedés következtében a légoszlop geopotenciális energiája megváltozik, mert az oszlop levegőjének egyrésze feljebb emelkedett. A potenciális energia megváltozása éppen egyenlő a hőkiterjedés munkájával.

A közölt dQ hőmennyiség egyrésze tehát emeli az oszlop hőmérsékletét, másrésze növeli a légoszlop potenciális energiáját. Ezen hőmennyiségek hányadosa

$$\frac{dE_T}{dE_{pot}} = \frac{c_p dT}{A p dv}$$

ahol dE_T azt az energiamennyiséget jelenti, amely az oszlop hőmérsékletének

emelésére fordítódik, dE_{pot} pedig a potenciális energia növelésére fordított hőmennyiséget.

A fenti hányados kiszámítható, ha az általános gázegyenlet differenciál alakját

$$p dv + v \cdot dp = R dT$$

a mi esetünkre alkalmazzuk. Mivel feltételezzük azt, hogy eközben az egész légoszlop »hiánytalan« marad, azaz belőle levegő el nem távozik és bele nem kerül, az egész változás izobárikus, azaz

$$dp = 0$$

e hát

$$p dv = R dT$$

Ennek felhasználásával hányadosunk :

$$\frac{dE_T}{dE_{pot}} = \frac{c_p dT}{A p dv} = \frac{c_p dT}{A R dT} = \frac{c_p}{AR}$$

Ismeretes, hogy

$$AR = c_p - c_v$$

amit behelyettesítve :

$$\frac{dE_T}{dE_{pot}} = \frac{c_p}{AR} = \frac{1}{1 - \kappa}$$

Ezzel kimutattuk azt, hogy ilyen esetben a közölt hőmennyiség kétféle felhasználásának aránya állandó és értéke

$$\frac{1}{1 - \kappa}$$

Meg kell jegyeznünk, hogy az általános gázegyenlet felhasználásával hallgatólagosan feltételezzük, hogy a levegő mint ideális gáz viselkedik.

BERKES ZOLTÁN

Béll elvtárs felszólalására azt mondhatom, hogy nyilvánvalóan nem lehet a hőmérséklet részleteire következtetéseket levonni, ellenben feltétlenül lehet a felső légréteg kvalitatív változásaira következtetni és véleményem szerint már ez is egy lépés volna előre. Később jöhetne a precíz megállapítás. Dobosi elvtársnak azt mondhatom, hogy ezt a gondolatmenetet én magam is el akartam mondani, de az idő rövideége miatt nem került rá sor. Engedjék meg, hogy egészen egyszerű gyakorlati fizikai szempontból mondjam el elgondolásomat. Az oszloppal közöljünk q hőmennyiséget, de ne engedjük kiterjedni. Akkor felmelege-

dik a c_v fajhő arányában egy bizonyos magasabb értékre és a légnyomás megnövekedik. Ha engedjük kiterjedni, felfelé kiterjed. Ettől lehül és a végeredmény az, hogy a c_p/c_v hányados értékének megfelelően végeredményben a hőenergia és a potenciális energia 40%-os arányban lesz.

AUJESZKY LÁSZLÓ válasza

Berkes elvtárs felszólalása első felében azt a gondolatot fejtette ki, amit én úgy szoktam kifejezni, hogy a hőmozgások kiszabadítják bizonyos fokig a levegő molekuláit a földi nehézség bilincseiből. Nem szabadítják ki egészen, hiszen nem okozzák azt, hogy a levegő elszökjék a Föld vonzási teréből, mivel ehhez a hőmozgási sebességek túl kicsinyek, ellenben meglazítják ezeket a bilincseket.

Köszönöm Berkes elvtársnak, hogy ha nem is adta egészen szigorú új bizonyítását a tételnek, ellenben a tételnek egy ellenőrzését végezte el.

Dési elvtárs hozzászólásában egy mélyebb problémát vetett fel. Tudniillik az előadásban arról volt szó, hogy statikus egyensúly esetén fennáll ez az egyszerű tétel és egy további kutatási feladat annak megállapítása, hogy mi a helyzet a nem statikus esetekben. Ez a kutatásunk is folyamatban van és azt hiszem, néhány hónap múlva be tudok számolni bizonyos kritériumokról, amelyek mellett még nem statikus esetben is fennáll, de legtöbb nem statikus esetben a tétel nem áll fenn, amint azt Dési elvtárs kifejtette.

Dobosi elvtársnak hozzászólása nagyon lekötelez, mert tételem bizonyítására egy harmadik, új utat jelöl meg.

Hogy a légkör hőkészlete úgy keletkezett, hogy egy hideg anyag lassanként kapott hőadalekókat és ezáltal állt be a mai állapot, ez kicsit idegenül hangzott volna annak, aki csak a klasszikus kozmogónia alapján áll. Ma, amikor nagyon előtérben van a másik nézet, amely egy hidegen keletkező Földet tételez fel és annak felmelegedését bizonyos fokig, majd ismét egy lehülést abból az állapottól — ez O. Ju. Smidt szovjet kutató álláspontja — egyáltalán nem olyan idegen — ez többé már ilyen felfogás, amely arról beszél, hogy a légkör hőenergiái lassan ilyen felhalmozódási folyamatból álltak elő.

Béll elvtársnak köszönöm, hogy a tétel olyan hasznosítási lehetőségeit felemlítette, amelyekkel az előadásban nem foglalkoztam.

BÉLL BÉLA

Ennek az energetikai előadásnak — beleértve Ozorai elvtárs előbbi előadását is — tanulságait abban foglalhatom össze, hogy a szinoptika aerológiai vonala az észlelések összegyűjtése, mennyiségi és minőségi tapasztalatok szerzése után most már elérkezett ahhoz a ponthoz, amikor a kutatás kvantitatív eredményekre épül és ezen az úton figyelmünket a dinamikus elméleti meteorológia felé kell fordítanunk, amelynek első lépése az energetika. Természetesen ezt nem képzelhetjük el úgy, hogy a kutatásnak ezt az ágát csak a szinoptikus aerológia prominens képviselői művelik, hanem ki kell terjeszteni ezt a munkát a szélesebb kutató tömegekre és valamennyiünknek ebben az irányban kell fejlődniünk. Ennek érdekében a Tudományos Akadémia idei megjelenési tervében szerepel egy könnyen kezelhető könyv, amely a dinamikus meteorológia alapjait adja meg mindnyájunk számára. A könyvet Dési elvtárs fogja írni. Ez a könyv lehetőséget ad arra, hogy ebben a kutatási irányban mindnyájan nagyobb tömegekben is meginduljunk.

AZ ORVOSI METEOROLÓGIA ÉS KLIMATOLÓGIA ÚJABB VIZSGÁLATI MÓDSZEREI

SCHULHOF ÖDÖN
az orvostudományok kandidátusa

A környezetnek az emberi életfolyamatokra gyakorolt hatását már régen felismerték és tanulmányozták, de távolról sem értékelték eléggé. Sokan azért siklottak el emellett a kérdés mellett, mert a hatás útját nem látták. Nem láthatták, mert az összefüggések kutatása a kémiai és fizikai részletjelenségek tanulmányozásában merült ki. Sokan számításon kívül hagyták, hogy a környezet, bármilyen legyen is támadáspontja, hatását az idegrendszeren keresztül fejt ki. *Pavlov* tanításainak nyomán terjedt el az a felismerés, hogy a külső behatások következtében a nagyagykéreg részvételével feltételes reflexek és dinamikus stereotípek keletkeznek, melyek megszabják, hogy különböző külső eseményeket a szervezet életjelenségeinek milyen változása fogja követni. A külső eseményeknek fontos szerepük van a szervezet ritmikus működésének fenntartásában és döntő jelentőségük lehet ennek a ritmusnak megzavarásában. *Pavlov* tanítványa *Bikov* akadémikus írja »A nagyagykéreg és a belső szervek« című munkájában: »Az egységes szervezet magatartásában a külső természet ritmikus folyamatai hatalmas szerepet játszanak a szervezet bonyolult funkcionális működésének periodicitása szempontjából.« A külső természet ritmikus folyamatai között fontos helyet foglalnak el a légköri jelenségek. Ezeknek hatását az emberi szervezet ép és kóros folyamataira vizsgálja az orvosi meteorológia. Ahhoz, hogy az orvostudomány és a meteorológia közötti kapcsolatok az évtizedek előtti kátyúból kikerüljenek, mindkét tudománynak hatalmas utat kellett megtennie. Az időjárás elemek vizsgálata által nyert eredményeknek az emberi fiziológiára és patológiára való alkalmazhatósága mindaddig igen nagy nehézségekbe ütközött, amíg külön-külön igyekeztek az egyes elemek változásait az életjelenségekkel kapcsolatba hozni. Hiába tanulmányozták a hőmérséklet, a levegőnedvesség, a légnyomás változásainak hatását külön-külön a szervezet különböző életjelenségeire. Mindegyik tényezővel egyidejűleg számos más légköri tényező is hat a szervezetre, és lehetetlen adott esetben egy-egy tényező hatását izoláltan megállapítani. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményei éppen ezért gyakran ellentmondók voltak és semmiképpen sem lehetett őket rendszerbe foglalni. Kétségtelenül nagy haladást jelentett ezen a téren az időjárás frontok fogalmának bevezetése, ami számos érdekes meg-

figyelés magyarázatát tette lehetővé. Az orvosmeteorológiai munkák, észlelések, adatgyűjtések nagy száma foglalkozott és foglalkozik ma is a frontok élettani és kórtani hatásával. Kevés kivételtől eltekintve azonban a vizsgálók legnagyobb-része csupán a frontátvonulás tényével és jellegével (felsiklás vagy betörés) igyekszik kapcsolatba hozni a megfigyelt életjelenséget, de figyelmen kívül hagyja a frontban résztvevő légtömegek minőségét. Célszerűnek látszik annak a megfigyelése, hogy mennyiben befolyásolja a szereplő légtömegek minősége a fronthatást. Nem elegendő csupán annak a megállapítása, hogy adott idő-pontokban pl. felsikló front vonul el felettünk, hanem azt is tekintetbe kellene venni, hogy milyen légtömegek cseréltek helyet, tehát, hogy az itt időzőtt poláris légtömeg földközitengeri, tropikus, vagy óceáni légtömegnek adta-e át a helyét. *Pettersson* ugyan már leírta a poláris légtömegek anabolikus, reduktív és a tropikus légtömegek katabolikus, oxidatív hatását, de szükséges lenne a fronthatásokkal foglalkozó megfigyeléseket annak a megállapításával is kiegészíteni, hogy milyen légtömeg távozott és milyennek adta át a helyét.

A meteorológiai frontok és az életjelenségek közötti összefüggések megállapítását gyakran megnehezíti, hogy a szervezet reakciójának létrejöttéhez annyi idő kell, hogy ezalatt több időjárásváltozás is bekövetkezhetik és nem lehet megmondani, hogy melyik hozta létre az élettani reakciót. De a fronthatásokkal foglalkozó kutatók, közöttük a magyar *Kulin, Kövér, Takáts* is, mindinkább azt a meggyőződést vallják, hogy bizonyos események bekövetkezését nem is annyira az egyes frontok minősége, hanem az a körülmény segíti elő, hogy az időjárási frontok egymást rövid időn belül követve halmozottan fordulnak elő.

A meteoropatológiai szempontból igen jelentős frontátvonulások jól észlelhető változást hoznak létre az időjárásban és kapcsolatuk az életjelenségek változásával kézenfekvő. A frontátvonulás időpontjában a bennünket környező levegőnek számos tulajdonsága egyidőben változik meg és ez a változás érthető módon hatalmas ingert gyakorol az emberi szervezetre. A nyugalmi időben, a frontátvonulások közötti szakban egyhelyen időző légtömeg hosszú ideig azonos fizikai és kémiai ingereknek teszi ki a szervezetet és éppen ezáltal fejtheti ki hatását és nyilván nem mindegy, hogy mennyi ideig tart ez az egyenletes hatás. Ennek a tekintetbe nem vétele olyan, mintha pl. a forró fürdő hatását csak az első pillanatban létrejövő reakcióból ítélnék meg és nem törőd-nénk vele, mi lesz a beteggel, ha hosszabb ideig tartózkodik a forró vízben. A hosszabb ideig egyhelyben időző poláris levegőnek krónikus polyarthritisztes betegek állapotára gyakorolt káros hatásáról számolt be *Bóni*. Munkatársamnak *Kérdő Istvánnak* pedig asthma bronchiale-val kapcsolatban van idetartozó észlelése. További adatgyűjtés és ezeknek kritikai értékelése ebben az irányban még okvetlenül szükséges.

A klimatológiai hatások magyarázata sem volt lehetséges a régebbi statisztikus jellegű vizsgálatok alapján és a komplex klimatológiai szemlélet tovább-

fejlesztésétől komplex-dinamikus éghajlatkutatássá várható ezen a vonalon további haladás. Nem szabad csak az egyes nagyobb területek klimatikus sajátosságait tekinteni, hanem mindig számolnunk kell a lokális mikroklíma, sőt helyi (mikro-)időjárás tulajdonságaival is. Helyesen mondja *Djubjuk* szovjet kutató, hogy a frontális időjárásváltozásokon kívül tekintetbe kell venni a légtömegeken belüli időjárást is, mely legtöbbször a helyi időjárás napi menetében nyilvánul meg. Az anticiklonos helyzetben belül létrejövő függőleges légmozgások élettani hatására *Flach* már évekkel ezelőtt rámutatott.

A városok, ipartelepek létesítését természetesen elsősorban termelési szempontok irányítják, de a hozzájuk csatlakozó lakótelepek építésénél már tekintetbe kell venni a helyi klimatikus viszonyokat, mint amilyenek az uralkodó szélirány, a ködképződés stb. A dolgozók egészségének megóvása érdekében épülő gyógyhelyek és üdülőhelyek telepítésénél azonban legelsőbrendű feladat a helyi mikroklímának helyes értékelése. A kutatásnak itt is a gyakorlat segítségére kell sietni. Az általánosan szokásos meteorológiai megfigyelések nem elegendők ezeknek a szempontoknak a kielégítésére. A megfigyeléseket ki kell terjeszteni olyan adatokra is, melyek a szervezet viselkedése szempontjából különösen fontosak. Az ember hőérzése nemcsak a levegő hőmérsékletétől függ, számos más tényező is szerepet játszik ebben, elsősorban a légmozgás és a levegő nedvessége. De a testfelületet érő sugárzó hatások is befolyásolják a hőérzést, ezek a sugárzó hatások nemcsak a nap és égbolt sugárzásából állanak, hanem a föld felszínén lévő környezet sugárzásából is és egyébként azonos körülmények között egészen mások lesznek sziklás, köves területen, mint füves, vagy fás helyen. Mindezeknek együttes hatását igyekeztek a lehülési érték, a nedves lehülési érték, az effektív hőmérséklet, rezultáns hőmérséklet fogalmakkal meghatározni. Számos eszközt is szerkesztettek ennek az együttes hatásnak mérésére. Ilyenek többek között a *Still-féle katathermometer*, a *Pfleiderer—Büttner-féle frigorigraph* és a folyamatosan regisztráló legújabb típusú *Dorno—Thilenius-féle frigorimeter*. Számos vizsgálat ellenére még nem tekinthető lezártnak az a kérdés, hogy adott esetben melyik fogalom és melyik eszköz használható fel legjobban valamelyik hely bioklimatikus tulajdonságainak jellemzésére, vagy egy üdülőhely céljára kiválasztandó hely alkalmasságának vagy alkalmatlanságának meghatározásában. Sok munkára van ezen a téren szükség az elvi kérdések tisztázására, hogy hozzá lehessen látni az egyes szóbaeső helyek megvizsgálásához és feltérképezéséhez. Ezeknek a vizsgálatoknak kell majd azt is kideríteni, hogy a helyi adottságok, mint a talajminőség, növényzet, erdő belseje, vagy vízparti fekvés mennyire befolyásolják az emberi tartózkodás szempontjából fontos felsorolt értékeket.

A szabványos meteorológiai megfigyelő állomások a sugárzás mennyiségi és minőségi viszonyaival nem foglalkoznak olyan mértékben, amint arra az orvosoknak szükségük lenne. Hazánkban ezirányban a *Páter* és *Béll* által megindított munkát az adatgyűjtés tökéletesítésével kellene kibővíteni, hogy a

kémiai hatású sugárzás értékeit megismerjük és felhasználhassuk. A napból hozzánk jutó és elég nagy változásoknak alávetett sugárzáson túlmenően nagy ingadozásokat mutatnak a légköri frontokon keletkező rövid és hosszú hullámú rádiófrekvenciás sugárzások, melyeknek jelentőségére az időjárásérzékenység létrehozásában *Reiter* és *Kampik* mutattak rá. Ezek a sugárzások már a légkör elektromos jelenségeivel vannak kapcsolatban, mely elektromos jelenségeknek egyelőre még sok tekintetben tisztázatlan, de nagy jelentősége van. A légkör elektromos viselkedése és ionizációja időjárásváltozások alkalmával és tartós, egyenletes állapot mellett ugyancsak fontos az életjelenségek szempontjából. Az elektromos térerősség kérdésével már sokan foglalkoztak. Legújabban *Frey* mutatott rá arra a párhuzamra, amelyik a légkör elektromos térerősségének változása és az ember vegetatív idegrendszeri beállítottságának napi ingadozása között fennáll. De az a következtetés, hogy az elektromos térerősség változása okozza az idegrendszer átállítását ezzel még nincs bizonyítva, mert mindkettő lehet egy közös oknak a következménye.

A levegő ionizációjának, mely kozmikus és földi sugárzások hatásának eredményeként jön létre és változik, kísérletileg is valószínűsített befolyása van az emberi szervezetre. A vegetatív tónusváltozások létrejöttének legnagyobb részét *Csijevszki*, *Minc* szovjet szerzők a levegő vezetőképességének ill. ionizációjának változására vezetik vissza. A levegő ionizációjának a változásával kapcsolatosan érdemes lenne részletesebben megvizsgálni, mennyire befolyásolja ez a levegő fiziko-kémiai állapotát, a kolloidok mennyiségi és minőségi változását.

A légkör fizikai folyamatain kívül a levegő kémiai összetételét, illetve annak változásait is igyekeztek figyelembe venni a biológiai hatások vizsgálatánál. Akár a frontátvonulással kapcsolatos légtömeg-csere, akár a hosszabb ideig egyhelyen időző légtömeg hatására keresünk magyarázatot, a kémiai komponens nem hagyható figyelmen kívül. Elsősorban a levegőben igen kis mennyiségben előforduló ú. n. nyomanyagokat, illetve azoknak mennyiségi ingadozását kísérelték meg a biotrop jelenségekkel kapcsolatba hozni. Ilyen anyagok az ammóniák, klór, nitrit, jód, radon és ózon. Legújabban *Curry* vizsgálatai és közlései óta a figyelem a levegő összes oxidáló anyagtartalmának változására terelődött. *Curry* szerint a levegő egy igen aktív oxidáló anyagot tartalmaz, mely kémiai tulajdonságaiban az ózonhoz igen hasonló, a semleges káliumjodid oldatot oxidálja, azonban egyes sajátosságai az ózontól lényegesen eltérnek és annál sokkal hatékonyabb. *Curry* ezt az anyagot, melyet vegyileg teljesen meghatározni nem tudott, »*aran*«-nak nevezte el. *Curry* szerint az aran mennyiségének ritmikus napi ingadozásai hozzák létre a vegetatív-tónus napi változásait. Az aran-koncentráció különbségei szabják meg a város és üdülőhely klimatikus jellegét, a napi ingadozások amplitudója a klíma ingerlő vagy kímélő voltát. Az egyes egyének az aran koncentráció változásaira funkcionális típusuk, illetve állapotuk szerint eltérő módon reagálnak. A szakkörökben *Curry*

állításai élénk vitákat váltottak ki, sokan tagadják biológiai jelentőségét, de a vita még távolról sem tekinthető lezártnak.

A meteorológus-fizikus pontos vizsgálataihhoz kell az orvosi észlelésnek kapcsolódnia, ha a meteorobiológia terén előbbre akarunk jutni. De az orvos munkája még nehezebb mint a fizikusé, mert a szervezet működésének változásait olyan módon észlelni, hogy azok kétségtelenül kapcsolatba hozhatók legyenek a légköri jelenségekkel, csak különleges körülmények között áll módunkban. A kísérletek értékelhetőségének előfeltételeit igen gondosan kell előkészíteni és nagyszámú megfigyelésre kell támaszkodni, hogy az individuális különbségek által adott eltérések okozta hibákat kiküszöbölhessük. A biokémia, a hormonális és vegetatív funkciók vizsgálati módszereinek kifinomodása ezen a téren is új utakat nyitott meg, de döntő jelentőségű a nagyagykéreg szerepének *Pavlov* szellemében történő értelmezése.

H O Z Z Á S Z Ó L Á S O K

ALFRÉD MÁDE

A német meteorológiai szolgálatot nagy mértékben foglalkoztatják a bioklimatológiai kérdések. Több olyan kutatóintézetünk van a Német Demokratikus Köztársaságban, amely csak bioklimatológiai kérdésekkel foglalkozik. Ami a műszerrel való ellátottságot illeti, elsősorban a Zeiss-féle coniméterrel és a Scholtz-féle magszámlálóval végzik a légszennyezés vizsgálatait. Dr. Flach, akinek a nevét az előadásban is hallottuk, a középnémet iparvidék vegyi gyár-övezetében végzett ezekkel az eszközökkel méréseket annak megállapítására, hogy milyen távolságig terjednek a légszennyezések.

Egy különleges probléma, amelyet a német szolgálat megoldott, egy újonnan létesült kohóipari kombinátnál, a lakótelepülések elhelyezése: el akarták kerülni, hogy a munkások olyan helyeken töltsék szabad idejüket, ahol az első kézből kaphatják meg a szennyezéseket.

A sugárzásmérés problémája nálunk is műszertechnikai nehézségbe ütközik. Véleményem szerint elsősorban a Robitzsch-féle aktinográf volna hálózatilag is használható, ellenben elegendő számban nem áll rendelkezésre ahhoz, hogy hálózatban használhassuk. Viszont a fotocellás műszerekkel szemben aggályaink vannak, mivel ott egy keskeny színkép-tartományt kell kiválasztani és nagyon kérdéses, hogy ez helyesen oldható-e meg.

PÁTER JÁNOS

Schulhof Ödön világosan és szépen fejtette ki a környezet hatását az emberi szervezetre és az emberi szervezet reagáló képességét ezekre a környezeti hatásokra. Kiemelte a meteorológiai, illetve a klimatológiai tényezők szerepét az emberi szervezettel kapcsolatban és megjelölte azokat az utakat, amelyeket főleg módszertani téren meteoropatológiai vonalon nekünk munkálnunk kell. A természetes gyógytényezők hasznosítása nemcsak a gyógyító orvos szempontjából fontos, hanem nagyon fontos a munkaerő-regenerálás, elsősorban az irányított munkásüdültetés szempontjából. Ezen a téren a kérdésnek már nemcsak közegészségügyi, hanem nemzetgazdasági fontossága is van és így a Schulhof professzor által felvetett problémákkal nem csak érdemes, hanem kell is foglalkozni.

A magam részéről a meteorológiai tényezők közül főleg a sugárzásméréssel kapcsolatban szeretnék pár szót mondani. A Belák-iskola 1931-ben orvosi vonalon megkezdte tapogatózó vizsgálatait a magyar sugárzó klímát illetően. Miután a kezdeti adatgyűjtéseken túl voltunk, természetszerűleg a további adatgyűjtésre a műszereket átadtuk az illetékes Meteorológiai Intézetnek. Ott azóta is folynak adatgyűjtések. Azonban bioklimatikus, biológiai szempontból ezeknek az adatoknak a kiértékelése és feldolgozása elvált. Én úgy gondolom, hogy különösen a biológiailag aktív sugárfeleségek bioklimatikus kiértékelése a jövőben éppen a munkásüdültetések miatt kívánatos lenne és talán a Meteorológiai Intézet által begyűjtött adatoknak ez a kiértékelése legkönnyebben a Balneológiai Kutatóintézetben lenne elvégezhető. Nagyon hiányzik éppen az üdültetéssel kapcsolatban az ibolyántúli dozimétereknek a pótlása. UV-doziméterünk jelenleg nincs, ez pedig különösen gyermekeknél és tbc-seknél főleg a balatoni sugárklíma alatt fontos lenne. Amikor a kéthetes üdül-

tetésre beutalt dolgozó a két hétből tíz napot nagy sugártartalomban tölt, feltétlenül szükséges lenne az üdülő orvos részéről UV-doziméter alkalmazása, vagy egy UV-doziméter pótló, egyszerű kémiai eljárás alkalmazása, amely kiküszöbölhetné a káros hatásokat. Nagyon fontosnak tartom, hogy a Balneológiai Kutatóintézet keretében egy munkaközösség kémiai vonalon próbálja megközelíteni az UV-doziméter hiányának pótlását és próbálja megoldani helyettesítését.

Ugyancsak a munkásüdültetés szempontjából szükségesnek tartanám komolyabban foglalkozni a lehülési tényező vizsgálatával és kiértékelésével.

KÉRDŐ ISTVÁN

Az elhangzott előadás teljes keresztmetszetében bemutatta az orvosi meteorológia és klimatológia módszertani problémáit. A magam részéről ki szeretném emelni azokat a nehézségeket, melyekkel a kutató a meteorológiai és klimatikus tényezőknek a szervezetre való hatását vizsgálva szembekerül. E hatások ugyanis nagyobb részben a közérzet szubjektíve érzékelhető megváltozásában nyilvánulnak meg, tudományos célokra azonban csak mérhető, mennyiségekkel, számokkal kifejezhető változások használhatók fel. Ilyenek lehetnek az izom elektromos ingerlékenysége (Schulhof), a reflexingerlékenység (Düll), a kapilláris rezisztencia változása (Regli és Stamfli), a kiürített vizeletmennyiség (Aszatyiany, Henkel, Strassburger, Miháلكovics), pH változások a vérben (Csijevszki), a kvalitatív vérkép (Wigand), a vércukorszint változásai, diabeteszesek cukorürítése (Thalhammer), a bőr elektromos ellenállása (Dugge, Minor), a vér kalcium és PO_4 szintje (Bartha—Lánczos—Takáts), a vér adrenalinszintje (Lehmann), audiometriás vizsgálatok (Kanz), elektrodermatográfiás vizsgálatok (Buck), a fibrinolízis (Caroli), a serum immunanyagainak minőségi és mennyiségi változása (Bortels) és még sok más adat. Legújabbán saját megfigyeléseim alapján úgy látszik, hogy a diasztolés vérnyomás és a percnkénti pulzusszám egymáshoz való viszonyából számított index segítségével egyszerűen mérhető módon nyerhetünk felvilágosítást a vegetatív tónus dinamikus változásairól.

Egy másik nehézség az, hogy ugyanaz a meteorológiai tényező különböző egyéneknél, sőt eltérő időpontokban ugyanabban az egyénben is ellentétes hatásokat válthat ki. Ennek az az oka, hogy a szervezet pillanatnyi funkcionális állapotától függ bármilyen külső hatásra bekövetkező válasz. Ezért nagyon fontos, hogy figyelemmel kísérjük a szervezet működésének ritmikus, periodikus változásait, és a meteorológiai hatások megítélésénél vegyük figyelembe, hogy a hatás a szervezetet 24 órás, vagy évszakos ritmusának melyik szakában érte. A ritmuskutatás fontosságának bizonyítására elég, ha Bikov és de Rudder munkájára hivatkozunk.

Az élő szervezet észlelésekor igen nagy óvatossággal kell eljárunk. Minden jelenséggel kapcsolatban, amikor meteorológiai hatásokra gondolunk, alapos vizsgálatnak kell a beteget alávetni, nincs-e az észlelt tüneteknek valamilyen kórtani oka, s csak ha minden betegséget biztosan kizárhatunk, akkor szabad meteorológiai tényezők hatását feltételeznünk. Feltevéseinket azonban még ilyenkor is csak úgy fogadhatjuk el igaznak, ha megbizonyosodtunk arról, hogy a hatékonyan vált meteorológiai tényezővel egyidőben valamilyen más külső, vagy belső faktor nem hatott a szervezetre, s ha a vélt összefüggések a biológiában használatos matematikai statisztikai felülvizsgálat próbáját is kiállták.

BERKES ZOLTÁN

Ezeket a kutatásokat a legnagyobb erővel kell folytatni, azonban nem szabad elhanyagolnunk az egyszerűbb vizsgálatokat sem: a statisztikai jellegű vizsgálatokat. Hiszen az orvometeorológiának legfiatalabb ága ez. Olyan, mint 100 évvel ezelőtt a klimatológia volt, amikor adatgyűjtéssel kezdték a munkát és éppen az egyéni különbségek kiszűrése érdekében itt helyénvalónak látszik a lehető legnagyobb kiterjedésű statisztikai anyag összegyűjtése.

Az intézetben sokszor keresnek fel bennünket orvosok és bizony kevés kezében van olyan megbízható statisztika, amelynek alapján meteorológiai kapcsolatot is tudunk keresni. Ezért a kórházakban szükséges volna orvometeorológiai képzettségű szakemberek alkalmazása, akik tudják azt, hogy a statisztikák felmérésénél mire kell tekintettel lenni.

BÉLL BÉLA

Az orvometeorológiai kérdésekhez a frontelméleten kívül mérés technikailag a meteorológia két vonalon kapcsolódhat. Az egyik a légköri elektromosság, amiről itt kevés szó esett, a másik pedig a sugárzásmérés.

Az A. Mäde által említett műszertechnikai nehézségek nálunk is fennállnak, *hozzászólásából* azonban látjuk, hogy hasonló a helyzet külföldön is. Ennek következtében e mérések megindításánál az egyik nehézség a műszerprobléma. Magyarországon ezenkívül azonban van még egy másik probléma is, amely személyzeti vonalon adódik. Nincs olyan kutatócsoport, de még csak kutató sem, aki kizárólag ennek szentelné munkáját, pedig e nélkül a sugárzásméréseket és a légköri elektromos méréseket a jelenlegi kátyuból nem lehet kiemelni. Ezek a mérések olyan természetűek, amelyeknél nem lehet sablonos műszereket beállítani, hanem alkalmazkodni kell az orvometeorológia speciális kérdéseire. Ne gondoljuk, hogy ezeket a műszereket valahonnan készen meg tudjuk kapni. Ezeknek a problémájával nekünk magunknak kell foglalkoznunk.

A megoldást abban látom, hogy személyzetileg olyan keretet kell teremtenünk, amely ezekkel a kutatásokkal nem elszigetelten, csupán csak a meteorológia területén foglalkozik, hanem szoros együttműködésben az orvosokkal, ismervén azokat a problémákat, amelyek az orvosokat és közegészségügyünket ezen a területen érintik.

A műszer-szegénység a sugárzásmérés és a légköri elektromosság terén egyaránt megvan. Éppen ezért a kutatócsoport felállítása mellett a műszerekről való gondoskodás is feltétlenül szükséges.

Egészségügyi szempontból az egyes üdülőhelyeken ezeket a méréseket feltétlenül végezni kell. Természetesen nemcsak az üdülőhelyeken, hanem a munkahelyeken is. A gyár- és iparvidékekre kell gondolnunk, ahol dolgozóink idejének a zöme telik el. Ezen országos jellegű méréseknek kell hogy legyen egy központi irányító szerve, ahol a műszerek állandó ellenőrzése és szerkesztése megtörténhet és amely egyben az egész kutatás központját képezné. Megítélésem szerint a sugárzásmérés és a légköri elektromosság mérés már megérett arra, hogy nemcsak mellékfoglalkozásnak tekintsük a velük való törődést.

A Kongresszus gyakorlatilag járuljon hozzá e kérdés rendezéséhez, mégpedig hozzon egy határozati javaslatot, melynek értelmében az Akadémia ezeket a kutatási ágakat mozdítsa elő. Mindkét kutatási ág olyan kátyuban van, amelyből csak egy olyan nagytekintélyű tudományos testület tudja kimozdítani, mint amilyen a Magyar Tudományos Akadémia.

KAKAS JÓZSEF

Schulhof professzor elvtárs előadása valósággal programadásnak nevezhető. Foglalkozott mindazokkal a problémákkal, amelyek a bioklimatológia, biometeorológia terén Magyarországon megoldásra várnak. A klimatológus teljes mértékben átérzi azokat a nehézségeket, amelyekre az előadó elvtárs utalt akkor, amikor az emberi szervezet fiziológiai és patológiai jelenségeivel kapcsolatban azok komplex voltát említette. Itt ugyanazzal a problémával állunk szemben, mint például az agroklimatológiában a növényzet klímáigényeinek terén. Amint a növény a legkomplexebb nedvességmérőnek, úgy az emberi test is a legkomplexebb hőmérőnek tekinthető. De a mindkettővel egyenértékű mechanikus mérőműszer megoldásától még nagyon messze vagyunk. Egyelőre a bioklimatológia is még az analízis útvesztőjében bolyong, de már az eddig elért konkrét kutatási eredmények egyre fokozottabb erőfeszítésekre ösztönöznek. Itt gondolok elsősorban az öt éves tervünk folyamán megvalósításra kijelölt légköri elektromosság kutató obszervatóriumunk munkájának mielőbbi megindítására. Javasolom tehát, hogy a kongresszus határozati javaslataiban mutasson rá a szentlőrinci sugárzási és légköri elektromosságkutató obszervatórium fontosságára és abban a kutatómunka megindításának sürgősségére.

MÓRIK JÓZSEF

Örömmel hallgattam Schulhof professzor előadását és különösen nagy élményt jelentett az, hogy a balneofiziológia alapján igyekezett utat mutatni a meteoropatológia, illetve a klimatológia egyes tényeivel kapcsolatban. E tudomány terén nagyon sok probléma merült fel, amelyeket a balneofiziológia szemlélete vitt és visz előbbre. A meteorológiától már eddig is nagyon sokat kaptunk. A levegőegészségügyi kutatás az egészségügyi minisztériumnak egyik súlyponti feladata, éppen a település-egészségüggyel van kapcsolatban.

A levegőegészségügyi metodika részben a zárt helyek, az ipari zárt üzemek metodikájából alakult ki, és ennek következtében hiányos. Mihelyt a szabad térbe megyünk, azonnal a tényezőknek egész seregével találkozunk, amelyek már nem olyan jól definiálhatók, mint a zárt üzemen belül talált tényezők. Itt éppen a meteorológiai metodika, a rendszeresen több helyen és egy időben felvett adatok felvételi módszere az, ami előttünk lebeg és amelyet nekünk is meg kell tanulnunk.

Ami a részletkérdéseket illeti, szeretnék saját vizsgálataim anyagából egyes problémákról beszámolni. A levegő szennyeződése nálunk is komplexen veti fel a sugárzás kérdését, mennyi a sugárvesztés a ködös napok számából és mennyi a szennyeződésből eredően. A nyár folyamán akadémiai tervmunka keretében a cséplési munkák vizsgálata során megkezdtük a sugárzás-vizsgálatokat is. A sugárzás-vizsgálatra sok módszer van, de hiány, hogy abszolút műszer nem áll rendelkezésünkre hazai vonatkozásban és nem tudunk összehasonlítást tenni. Szeretném ismertetni azt az eljárást, amellyel mi ezt a munkát végeztük. Ismeretes szer a káliumjodid, amelynél jó d szabadul fel a sugárzás hatására. Ismeretes a metilén-kéknek acetonos oldata, ahol a festék a sugárzás hatására elszíntelenedik.

Léteznek ezenkívül biológiai reakciók is, például a vörös véresejt ezoin jelenlétében besugárzódik. Ha egereket beoltunk és a napra tesszük ki őket, ezeknél tipikus klinikai tünetek jelentkeznek. Igyekeztünk kifejezni, hogy a

metilén hány másodperc múlva színtelenedik el és a reggeli időszakhoz képest a déli időszakok öt-hatszoros rövidülést adtak. Megfoghatóan tudtunk különbségeket kapni, de végülis abszolút értékekben nem tudtuk ezeket kifejezni. Egyetlen műszer is nagyon sokat jelentene a vizsgálatok konkretizálása érdekében.

Az arannal kapcsolatban annyit szeretnék megjegyezni, hogy a kálium-jodidot nemcsak ez a bizonyos aran, hanem a kéndioxid és az ultra-viola sugár is oxidálja. Tehát olyan komplex hatás lehet az arannal kapcsolatban, amelyet jobban meg kellene vizsgálni.

AUJESZKY LÁSZLÓ

Mint a szinoptika képviselője, nem tehetek mást, mint hogy legmelegebben üdvözlöm Schulhof professzornak azt a követelését, hogy a frontológiai hatások további alapos tanulmányozása mellett a levegőfajták különleges hatásait is meg kell vizsgálni. Az ő világos okfejtése után, úgy vélem, ez a gondolat sok orvoskutatót meg fog hódítani.

A frontok kétféle levegőfajtának az összeütközését jelentik, tehát viszonylag komplex meteorológiai folyamatokat képviselnek. A frontok mentén mind a két levegőfajtának a hatásai felléphetnek: annak is, amelyik újonnan jön és annak is, amelyik eltávozik: de ehhez csatlakoznak még a kétféle levegő összeütközéséből előálló nagyszabású felszálló mozgásnak a speciális hatásai, amelyek felhőképződést, csapadékképződést, jelentékeny légvillamossági változásokat jelentenek, és ezáltal még külön is megváltoztatják fizikai milióinket.

Midőn tehát egy frontnak a lehetséges élettani és patológiai hatásait kívánjuk vizsgálni, tulajdonképpen a következő lehetőségek együttes fellépésével állunk szemben:

1. az eltávozó levegőfajta hatásai,
2. az új levegőfajta hatásai,
3. a felszálló mozgások hatásai.

Nyilván túl sokféle fizikai hatásnak az összefonódásával van itt dolgunk, aminek a kibogozásához az szükséges, hogy ezeket elkülönítve vizsgáljuk.

Ezt a feladatot azáltal oldhatjuk meg, ha a hosszabb ideig egyhelyben időző levegőfajtákat egyenként vizsgáljuk meg az élettani hatásai vagy hatás-talanságuk szempontjából. Ez a kifinomított vizsgálat ahhoz fog minket elvezetni, hogy bizonyos hatások, amelyeket eddig tévesen fronthatásnak tulajdoníthattunk, csak az egyik levegőfajta jelenlétének tulajdonítandó. Ettől elkülönítve fognak megmutatkozni a valódi fronthatások, amelyeket egyik levegőfajta sem tud egymagában előidézni, hanem csak egy másik levegőfajtaival való összeütközésének a csapadékkeltő és légvillamossági hatásai nyomán állnak elő.

Hogy az orvosi kutatás ezen az úton haladhasson, ahhoz szükséges, hogy mi szinoptikusok lényegesen többet nyújtsunk a klinikusoknak, mint pusztán átvonulási jegyzékeket, amelyek a levegőfajtákat nem foglalják magukban. Ezeken kívül egy másik jegyzék is szükséges, amely a talajmenti levegőfajták megnevezését, váltakozását és a felváltásnak az időpontjait is feltünteti. Ilyen levegőfajta-jegyzékeket (másnéven légtömegjegyzékeket) a Meteorológiai Intézet folyóirata készen nyújt a kutatóknak. Schulhof professzor fejtegetései után nem lehet vitás, hogy ez a második jegyzék a frontjegyzékeknek egy nélkülözhetetlen kiegészítését alkotja.

Azoknak a klinikusoknak, akik a levegőfajta-jegyzéket is használni óhajtják, legyen szabad a következőt figyelmükbe ajánlanom. Ha egy hónapnak a

frontátvonulási jegyzékét összehasonlítjuk a hónapnak a levegőfajta-jegyzékével, azt fogjuk látni, hogy a frontátvonulások száma nem egyezik meg a közölt levegőfajtáknak a számával, éspedig a következő okok miatt.

Az egyik ok az, hogy két szomszédos levegőfajta nemcsak egy frontfelület választhat el egymástól, hanem van az elválasztó felületeknek egy másik fontos fajtája is, a lesiklófelület, amelyen éppen ellenkező jelenségek játszódnak le, mint a frontokon: itt nincs levegőösszeütközés és nincs felszálló légmozgás, hanem egymástól távolodik a kétféle levegő és leszálló mozgások mennek végbe, amelyeknek az előadásban említett Flach nevű kutató tulajdonít különleges élet-tani és patológiai hatásokat. A lesiklófelületek a frontjegyzékekben nincsenek benne, a levegőfajták jegyzékében azonban ezek is fel vannak tüntetve. Ennek folytán a levegőfajták száma egy adott időszakban nagyobb lehet, mint a frontátvonulások száma.

Egy másik multhatatlan különbséget okoz a kétféle jegyzék között az, hogy a levegőfajtajegyzékben csak a talajmenti levegőfajták vannak benne (minthogy ezek képviselik a mi közvetlen fizikai miliónket), de hiányoznak belőle azok a légtömegek, amelyek csak egy magasabb szintben vannak jelen. Ezzel szemben a frontátvonulási jegyzékbe nemcsak a talajmenti frontok, hanem a sokkal nagyobb számban fellépő magaslati frontok is fel vannak véve, (minthogy tapasztalati tény, hogy frontopatikus hatásokat a magasban átvonuló frontok is kiváltanak). Ez a különbség abban nyilvánul meg, hogy a levegőfajták száma egy adott időszakban kisebb is lehet, mint az időszak összes frontátvonulásainak a száma.

SCHULHOF ÖDÖN válasza a hozzászólásokra

A hozzászólások részemre sok részletükben érdekesebbek voltak, mint maga az előadás, mert bizonyos kérdésekben mélyebbre hatoltak. Az előadás ugyanis, mint hangsúlyoztam, programadásból állt, amelyben azonban nagyrészt benne voltak a folyamatban lévő munkák.

Páter János hozzászólásában rámutatott a veszélyes balatoni sugárklímára. Ez talán egyesek részére egy pillanatra meglepő volt. Ezt a kérdést mi nagyon sokszor megvizsgáltuk. Sajnos az a helyzet, hogy nagyon sok dolgozó, aki kéthetes beutalásra lekerül a Balaton mellé, az első napon úgy leég, hogy utána egy hétig kenőcsözéssel és borogatással töltheti az időt.

Nagy szükség lenne rendszeres sugárzási időjelzés keresztülvitelére a nyári időszakban. Ez a gondolat már a Hidrológiai Társaság Balatoni Ankétjén is felmerült. Az ultraviolet sugár hatása sokféle tényezőtől függ, amelyet az ember szabad szemmel nem vesz észre. Hogy csak egy példát mondjak erre, az üdülő tegnap is kiment a terrasra, ma is kimegy. Ugyanúgy süt a nap, de ultraviolet sugártartalma esetleg a duplája lehet: az előző nap valakit egy óras napozás semmiféleképpen nem alterált és a mai napon az egy óras napozás erősen igénybeveszi a bőrt. Természetesen ennek a bizonyos sugárzás-előjelzési szolgáltatnak megint csak a mérőműszer lehet az alapja. Először tehát egy mérőszolgáltatásra lenne szükség, amely jelezhetné a lesülés veszélyét, ugyanúgy, mint ahogy már évek óta jelzik a Balatonon a vihar közeledtét.

Tekintettel arra, hogy a műszerkérdés a mi vonalunkon igen égető, az egyik munkatársunk egy integrál ultraviolet sugárzásmérő megszerkesztésével foglalkozik, mégpedig kémiai vonalon. Ennek az lenne az előnye, hogy hazai nyersanyagokból lenne előállítható. A kezelése persze sokkal nehezebb, pontatlanabb lenne egyelőre, mint a megfelelően kialakított mérőműszereké, de ennek

ellenére mégis használható összehasonlítási bázist képezne és ennek a műszernek a használhatóságát bizonyos határok között biztosítani lehetne azzal, hogy egy műszerhez való hasonlítással be lehetne titrálni.

Mint kétségtelen haladást kell megemlítenem, e problémák felvetésekor, hogy intézetünknek sikerült elérnie azt, hogy 1953-ik évi költségvetésünkben végre sikerült egy munkatársat beállítanunk, aki ezekkel a kérdésekkel foglalkozik. Természetesen a problémák sokasága megkívánná, hogy sokkal több ilyen munkahelyen legyen a dolgozók főfoglalkozása az e kérdésekkel való törődés.

Kérdő elvtárs megemlítette a vegetatív tónus meghatározására szolgáló új módszer kidolgozására irányuló munkáját. Az eddigi ilyenirányú vizsgálatoknak az volt a legnagyobb akadály, hogy a legtöbb esetben a beteggel szemben olyan beavatkozást követeltek, amelyet nem lehet akárhányszor megismételni. Ha valakinek az ilyenirányú napi ingadozását vizsgálni akarjuk és keresni óhajtjuk az összefüggéseket a külső eseményekkel és óránként meg akarjuk vizsgálni valakinek ilyenirányú vegetatív beállítottságát, akkor kétféle eset állt elő; vagy az eljárás meglehetősen pontatlan volt, vagy pontos, de azzal járt, hogy minden vizsgálat alkalmával a betegnek injekciót kellett adni. Ezt a vizsgálatot naponta egyszer el lehet végezni, de félóránként, vagy óránként nem. Nem beszélve arról, hogy maga az injekció befolyásolta a beteg szervezetének vegetatív működését.

A Kérdő elvtárs által kidolgozott eljárás ezektől a mellékkörülményektől mentes lenne, úgyhogy ilyen célokra akárhányszor megismételhető a vizsgálat, az egyének bármiféle károsodása nélkül.

Berkes elvtárs rámutatott a statisztikai jellegű vizsgálatok folytatásának fontosságára. Ezek nem mellőzhetők, mert hiszen mondtam, hogy az adatgyűjtés stádiumában vagyunk, s ez minden téren nagyon fontos. Nem kétséges, hogy az orvosi vonatkozások sokkal kiterjedtebbek, mint ahogyan azt az orvosok gondolnák. Sok mindenféle statisztika készült. Egyelőre és a legtöbbször kisebb volumenű anyagot tudtak feldolgozni. Ezeket a statisztikai adatgyűjtéseket okvetlenül folytatni kell, természetesen a statisztikai matematika valamennyi módszerének alkalmazásával.

Mórik elvtárs személyében a témakörrel foglalkozók számának növekedését láttam. Örömmel tapasztaltam, hogy olyan oldalról fogja meg a kérdést, amely oldal ugyancsak fontos az orvosi klimatológia, meteorológia és dolgozó népünk egészsége szempontjából.

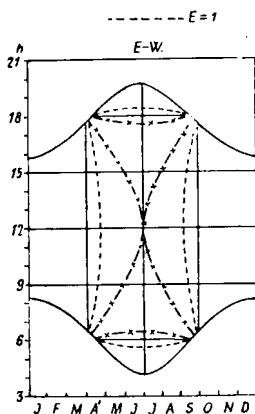
Az aranra vonatkozólag meg kell jegyezni, hogy megvannak a megkülönböztetések az egyéb ugyancsak oxidáló anyagoktól.

A VETÉSSOROK ÉGTÁJI IRÁNYÍTÁSÁNAK HATÁSA A MEZŐGAZDASÁGI NÖVÉNYEK ÁLLOMÁNYKLÍMÁJÁRA

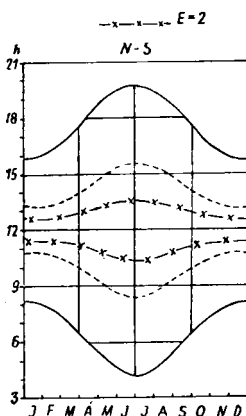
BERÉNYI DÉNES

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

A növény sorok magasságán kívül a növény sorok szélessége és égtáji irányítottsága szabja meg, hogy a növény állomány valamely adott helyen, milyen időtartamú sugárzáshoz jut és attól függ az a fény és hőmennyiség is, amit az állomány kap. Természetesen mindezen tényezőkön kívül a növény alkata is fontos alakító tényező.



1. ábra



2. ábra

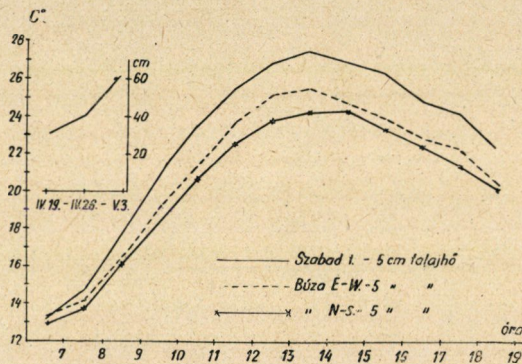
A növény sorok irányításának kérdése a mezőgazdasági szakirodalomban nem új. A múlt században, 1882-ben Oroszországban *I. A. Stebut* folytatott kísérleteket burgonyával, kimutatta, hogy az észak-déli irányú sorok terméshozaddal járnak. A sorirányítás fontosságára mutattak még rá *V. N. Vargin* : (1920-ban megjelent) »A mag és a vetés« c. munkájában. Foglalkoztak a kérdéssel még *V. I. Vitkevics*, *A. I. Noszotovszki* és *N. R. Rudakov*.

A kérdés elméleti alapja. A kérdés elméleti alapjait *W. Kämpfert* adta meg, aki megállapította 1943 és 48-ban megjelent munkáiban a különböző égtájnak irányított sorok napsütési időtartamát. A különböző irányú sorok között a napsütés tartama a növény magasság és a sorköz arányától függ, amit E betűvel jelölt. 1–2 ábránkon bemutatjuk az észak-déli és kelet-nyugati

irányú napsütés tartamának alakulását az egész évfolyamán $E = 1$ és $E = 2$ esetében. $E = 1$ esetben az észak-déli irányú sorok az egész év folyamán kapnak napsütést. Télen ez a delelés körüli időpontban 2 órára, a leghosszabb nap idején 7 órára nő, a kelet-nyugati irány esetében a tavaszi napéjegyenlőségtől kezdve nincs napsütés. Ezen időponton túl azonban állandóan 12 óra fölött van a napsütés időtartama. A nappalok hosszának a változása a napsütés tartamát ebben az irányban nem befolyásolja.

$E = 2$ esetében az észak-déli iránynál a leghosszabb nap idején 3 és fél óra a napsütés időtartama, míg a kelet-nyugati irányban nincs napsütés.

Az elméleti számítások világosan mutatják, hogy a kelet-nyugati irány az, amely a legbőségesebben jut napsütéshez, főleg abban az esetben, ha a növény-sorok távolsága kb. megegyezik a növénymagassággal. A kelet-nyugati irány



3. ábra

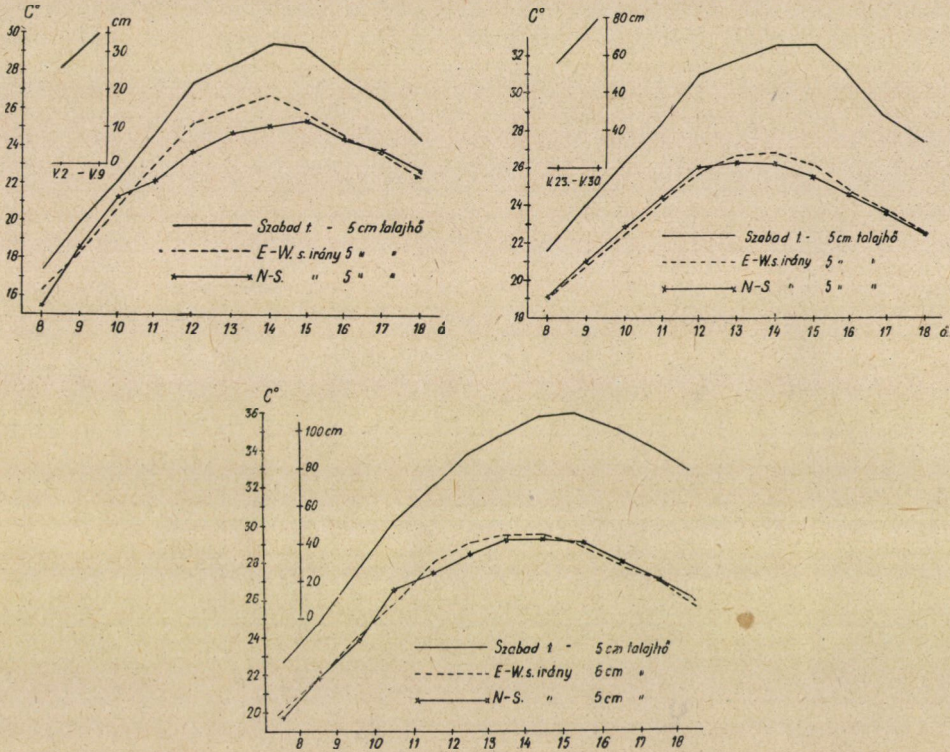
esetében ugyanis az $E = 2$ esetében, vagy annál nagyobb érték esetén a sorok egymást kölcsönösen árnyékolják éppen a déli legerősebb napsütés idején, úgy, hogy az ilyen sorok csak a reggeli és az esti időpontban jutnak napsütéshez.

Szovjet kísérleti eredmények. A fentiekből következik, hogy a kellő sortávolság mellett a kelet-nyugati irányú állományban a vegetációs időszak alatt magasabb lég és talajhőmérsékletre kell számítanunk. Az eddig talált ilyen irányú kutatási eredmények azonban nem egybehangzóak. Hasonló a helyzet a sorirányításnak a termés mennyiségére kifejtett hatásánál is. *K. A. Timirjazev* pl. a kelet-nyugati irány nyári sugárbozságát a növényekre károsnak tartja, mert az a növényeket fokozott párolgásra készíti. Moszkva magasságában 1946 és 47 években folytatott kísérleteknél a zab, árpa és burgonya esetében 5—20%-ig terjedő terméstöbbletet eredményezett az észak-déli irányú vetés a kelet-nyugatival szemben.

Debrecenben beállított kísérletek. Debrecenben 1949 ősze óta folytatnak különböző növényekkel hasonló kísérleteket. 1949—50-ben őszi rozs és őszi búza, 1951-ben tavaszi búza és tavaszi árpa, valamint gyapot volt a kísérleti

növényünk. (Kisújszálláson). 1952-ben Debrecenben mákkal és Kisújszálláson gyapottal folytattuk kísérleteinket. (1952-ben egyéb növényvel beállított kísérleteink az időjárás viszontagságai miatt eredménytelenek maradtak.)

1. *Az egyes évek kísérleti eredményei.* 1949—50-ból csak az őszi búzavetés eredményei értékelhetők ki, ezek is csak mikroklimatológiai vonalon, mert a terméseredményt nem állapították meg. 3-ik ábránk föltünteteti április 19 és május 3-a közötti időben a 2 irányított állomány és a szabadterület talajhőmérsékletét 5 cm mélységben. A megfigyelt adatok közül azért választottuk



4. ábra

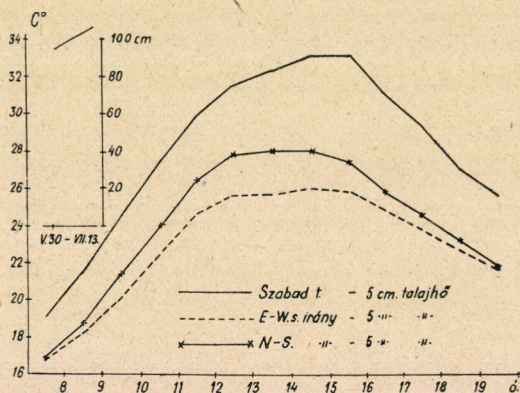
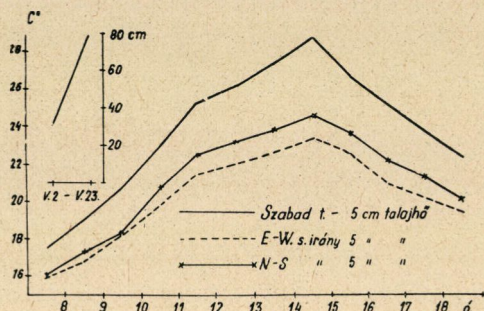
az 5 cm-es talajhőmérsékletet, mert az aránylag a legjobban tükrözi az állomány hő és egyéb viszonyait. (Árnyékolás.)

Az erős növekedésben levő állományban a kelet-nyugati irány volt a melegebb. A napi mérések átlagában a két állomány között 0,7, míg a legnagyobb felmelegedés idején 1,1 fok a különbség. A kelet-nyugati irányban a napi csúspont korábban áll be, mint az észak-déliiben.

2. *Tavaszbúza 1951-ben. (Bánkúti 1205.)* A fejlődés korábbi szakában levő tavaszbúzában a kelet-nyugati irány a melegebb, főleg déltájban. A napi maximum korábbi beállása itt is jelentkezik.

A teljes kifejlődéshez közeledő növényállományokban a különbségek elmosódnak. Május 21 és 28-a között csak a déli órákban jelentkezik egy kevés többlet a kelet-nyugati irány javára, ami érésben levő állománynál eltűnik. A korábbi szakaszban a hőmérsékleti csúcspont beállításában észlelt különbség sem található meg. (4. ábra).

3. *Tavaszi árpa 1951-ben (Eszterházy)*. Mind a két időpontban, ellentétben a tavaszbúzával, a tavaszi árpánál az észak-déli irány mutatkozott melegebb-



5. ábra

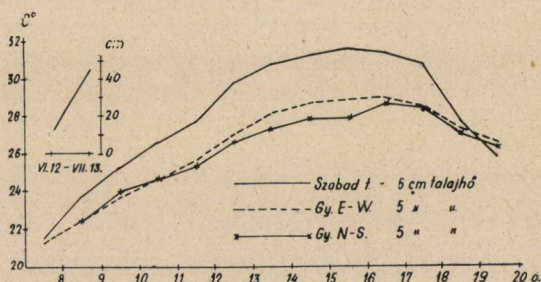
nek, ami a későbbi időpontban még fokozódott is. A hőmérsékleti csúcspontok beállításában különbséget nem tapasztaltunk. (5. ábra).

Terméseredmény. A tavaszbúzában a szemtermés az észak-déli irányban volt nagyobb (7,13, 7,56) a különbség tehát mindössze 0,43 q. A szalma-termés ezzel szemben a kelet-nyugatinál nagyobb (22,21, 21,26) 0,61 q. A kelet-nyugati irányú szárállomány is néhány cm-rel magasabb. A talált különbség nem tekinthető jelentősnek.

Tavaszi árpa. Úgy a szem, mint a szalmatermésben a kelet-nyugati irányú adja a jobb termést, az, amelyik hűvösebb mikroklimájú volt. Szemtermésnél különbség 1,04 q (6,94 és 5,90) szalmatermésben a különbség 1,79 q

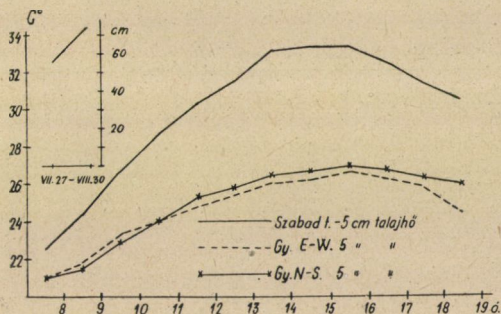
(12,85 és 11,06). A kelet-nyugati irányú pár cm-rel magasabb volt az észak-délinél.

A gabonaneműeknél a sorirányítás másképpen működik, mint a kapásoknál, az ez irányban folytatott eddigi kísérletek nem nyújtanak biztos támpontot a hatás kiértékelésére. 1952-ben mind a két növényből állítottunk be újból háromszoros ismétléssel kísérletet. Ez azonban nem sikerült.

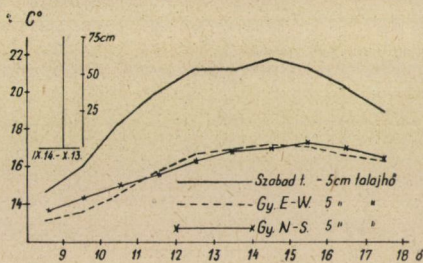


6. ábra

Gyapot Kisujszállás, 1951. Az 1951 évi kisujszállási gyapotállomány a nyári esők hatására vegetatív erősen fejlett volt, ennek következtében a 60 cm-es sortávolságot a kelet-nyugati irányú állomány a déli órákban hamarosan beárnyékolta. Ez kitűnik ábráinkból. Június 12—július 13 között, virágzásig, a növény alacsony, s délben a keresztirány a melegebb 1,1 fokkal, a 2-ik idő-



7. ábra



8. ábra

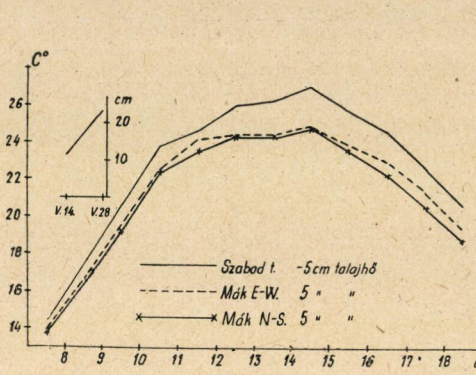
pontban virágzástól a kovadásig, július 27—augusztus 30-ig, határozottan az észak-déli irány a melegebb. A növénymagasság 67 cm. A harmadik időpontban a kovadás időszakában a két állomány között különbség nincs. Növénymagasság 75 cm. (Lásd 6, 7, 8 ábrákat).

A virágzás idején az észak-déli irányú állomány hőmérsékleti előnye jelentkezett ezen állomány erőteljesebb virágzásában és terméstelemben is.

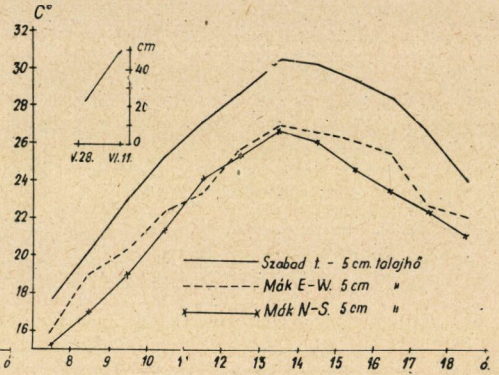
Virágzás kezdetén július 19-én az észak-déli előnye 9%, augusztus 11-én 5, és még augusztus 30-án is 3%. Az 1951 évben sem fenológiai felvétel, sem a terméseredmények megállapítása nem történt olyan pontossággal és olyan

módszerekkel, mint 1952-ben, úgyhogy a két év adatai nem mérhetőek össze pontosan. A lemért termésmennyiség szerint az észak-déli parcellán összesen 185 dkg-al szedtek többet, s a terméstöbblet kerekén 28% volt.

Mák. Debrecen 1952. A mák növénytavolsága 20, sortávolsága 30 cm volt. Kezdeti fejlődése idején a két állomány között lényeges eltérés nincs.

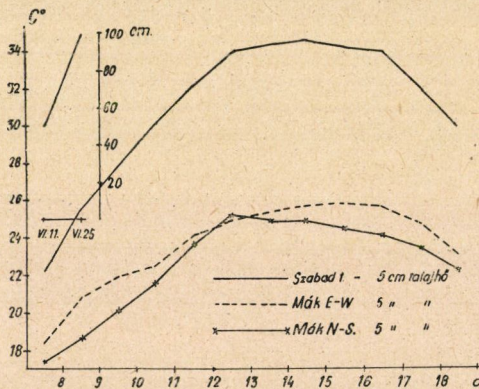


9. ábra

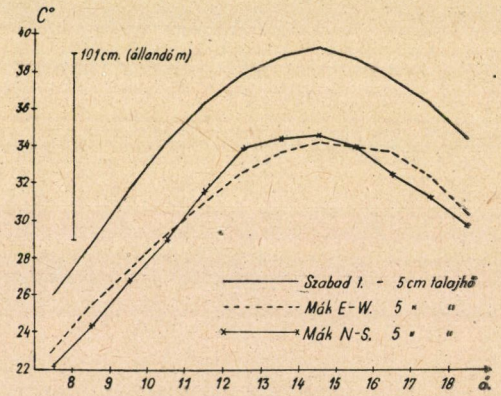


10. ábra

A keresztirányú, főleg délután, kissé melegebb. — A szárfejlődés idején május 27—június 9 között a növény 45 cm-re nő. A déli időpontot kivéve délelőtt és délután a keresztirányú a melegebb. Déltájban a keresztirányú beárnyékolja a sorokat és a kettő között különbség nincs. — A harmadik időpontban, a



11. ábra

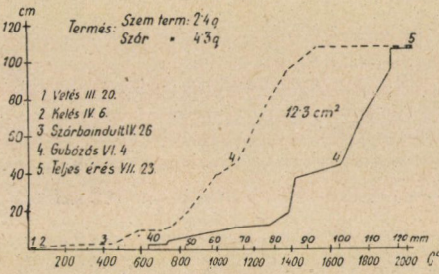


12a. ábra

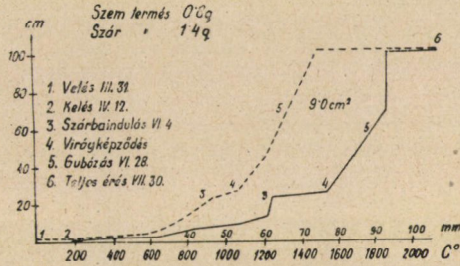
virágzás idején június 14—25 között, a növény 1 m magasságot ér el és délben az észak-déli a kelet-nyugatinál kissé melegebb lesz, de egyébként a kelet-nyugati melegtöbblete még határozottabb. A nappali hőmérsékleti csúcspont a kelet-nyugatiiban erősen késik. — A 4-ik időpontban az érés időszakában július 1—23 között a kelet-nyugati továbbra is melegebb reggel és este, míg délben az észak-déli melegtöbblete még fokozódik. (Lásd 9—12 ábrákat.)

A két állomány magassága kb. egyforma volt. A generatív fejlődésben az észak-déli volt állandó előnyben.

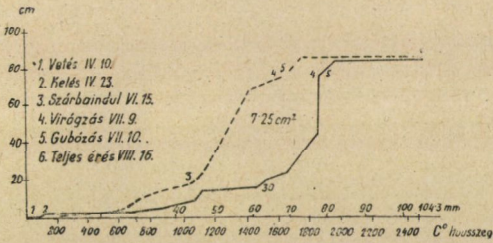
13-ik ábránkon feltüntetjük a mákállomány bimbózdásának és virágzásának menetét észak-déli és kelet-nyugati irányú táblákon, ahonnan világosan leolvasható, hogy mindkét fázisban az észak-déli irány volt előnyben. A bimbózdás kezdete (10%-os arány) az észak-délinél június 13-án, a kelet-nyugatinál 15-én állt be. Június 16-án az észak-déli állomány 32%-a, a kelet-nyugati 20%-a volt bimbóban. 23-ig az észak-déli állandóan előnyben van, a virágzásnál hasonló a helyzet.



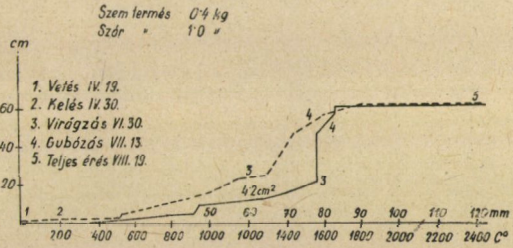
12b ábra



12c ábra



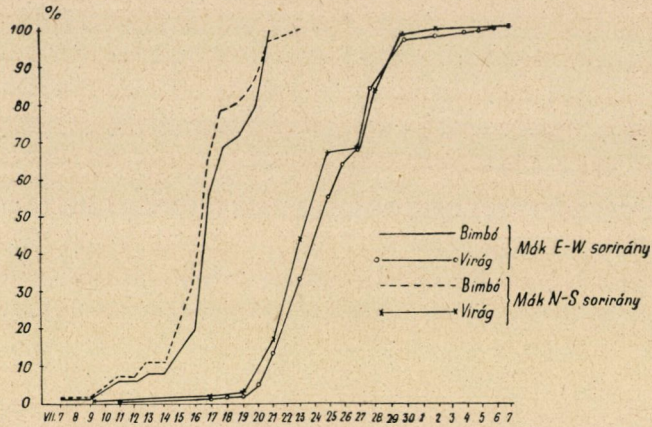
12d ábra



12e ábra

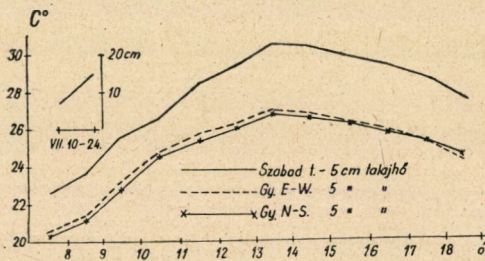
A magtermés a két állományban gyakorlatilag egyforma, míg a szártermés az észak-délinél nagyobb volt. A nagyobb szártermést az észak-déliiben megmagyarázhatjuk az ennek az állománynak a virágzás idejéig tartó hűvösebb állományéghajlatával. A szemtermés egyformaságát pedig a tömeges virágzás idején uralkodott erősen szeles időjárás indokolja. A 100 főre átszámított magtermés az észak-délinél 9%-kal volt mindössze nagyobb a kelet-nyugatinál, míg a szártermésnél a többlet 23%. A magtermés többletét az észak-déli iránynak a déli órákban jelentkezett melegtöbbletével magyarázhatjuk meg. A kérdés azonban még nem tekinthető teljesen tisztázottnak.

Az egyes fejlődési fázisokban a hőmérsékleti különbségek határozottak. Ezeknek a növény fejlődésében betöltött szerepét még további kísérletekkel kell tisztázni. Ez volt az első ilyen kísérletünk.

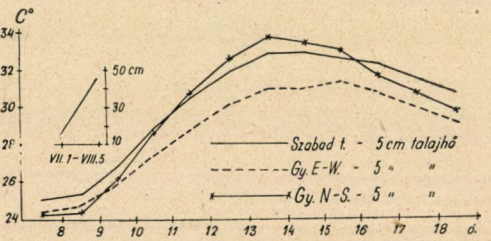


13. ábra

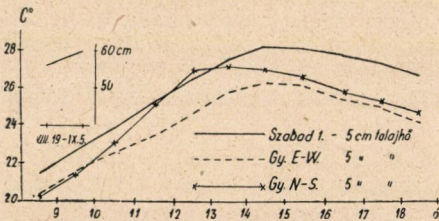
Gyapot. 1952. Kisújszállás. Az alacsony 15 cm magas állományok közül a kelet-nyugati a melegebb, június 10—24 között. A virágzás alatt közel 50 cm-re nő a növény. Az észak-déli irány melegebbé olyan nagy, hogy a déli órákban az még a szabadterületet is felülmúlja. Ezen állomány állandóan



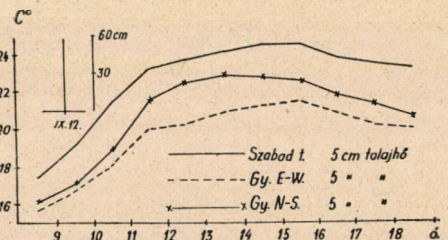
14. ábra



15. ábra



16. ábra



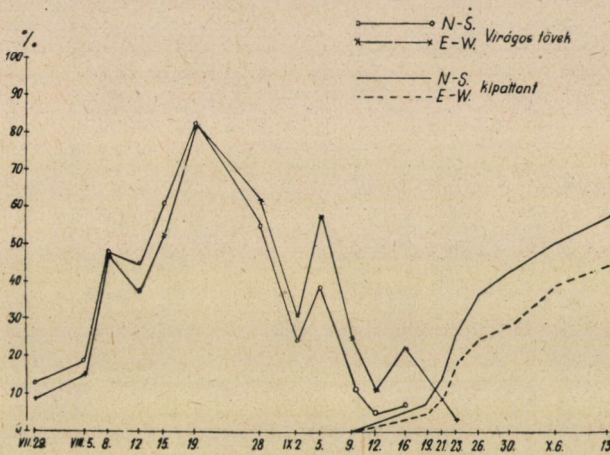
17. ábra

melegebb a kelet-nyugatinál, az ábrák világosan mutatják, hogy a többit a déli órákban a legtetemesebb, ami bizonyítja, hogy a növény magasságánál fogva a sorközöket beárnyékolta. (Lásd 14—17. ábrákat.)

A virágzás és az érés menetét a különböző irányú parcellákon 18-ik ábránkon mutatjuk be. Ebből látható, hogy augusztus 19-ig a virágzásban az

észak-déli állandóan előnyben van. Legnagyobb az előny augusztus 15-én 9%, ezen túl a kelet-nyugati nyomul előtérbe és a kelet-nyugati még mindig virágzik, amikor az észak-déli már megszűnt virágozni. A kovadásban az észak-déli előnye még tetemesebb, szeptember 26-tól kezdve 12—13%-kal nagyobb arányú a kovadás az észak-délben, mint a kelet-nyugatiban. Megjegyezzük, hogy a kísérlet még nem fejeződött be és a terméseredmény még csak a következő hetekben nyer végleges megállapítást.

Az észak-déli állomány melegtöbblete a növényfejlődési és a termés-eredményekben is kézzelfoghatóan jelentkezik. A 100 töre átszámított termés az észak-délinél 34,01 dkg. a kelet-nyugatinál 24,19 dkg. A 40%-os többlet a statisztikai biztonság határán mozog, s ennek alapján állítható, hogy az adott viszonyok között az észak-déli irányú állomány volt a kedvezőbb.



18. ábra

A kalászosoknál az eddig lefolytatott kísérletek alapján még nem lehet eldönteni sem azt, hogy az irányítás milyen hatást vált ki az állományklímára, sem pedig a termés mennyiségére.

Az eddigiek szerint az őszi és tavaszi búzáknál a kelet-nyugati volt a melegebb míg a tavaszi árpnál az észak-déli. Vajjon ez tényleg fajta tulajdonság-e, még kétséges. A terméseredményre kifejtett hatás is bizonytalan. Nem állítható határozottan az sem, hogy az irányítás okozta különbség a növény fejlődése folyamán állandó marad-e? Milyen befolyással van rá a növényesűrűség?

A mák eredményei határozottabbak ugyan, de egy év eredményei nyomán még korai volna a végső következtetéseket levonni. Az eddigiekből úgy látszik, hogy adott növény és sortávolság mellett a korábbi fejlődési szakaszokban az észak-déli irány hűvösebb volta éppen úgy kedvező, mint az érés alatt ennek az iránynak fokozott melege! Itt számításba kell venni a vegetációs fázisok évről-évre való eltolódásával bekövetkező napállásbeli különbségeket. A virágzás

vagy érés eltolódásával az állomány ugyanakkor más napmagasságból kapja a sugarakat. Ki kell vizsgálni a sorközök nagyságának hatását is.

Az elmélet szerint a kelet-nyugati irányban a maximum későbbi délutánra tolódik. Ez az 1952-es görbéken jól látszik. De határozottan jelentkeznek az egyes napszakokban a különböző irányok között az eltérések. Csak azt kell tudni, hogy a növényfejlődés döntő szakáiban mi a fontos és azt az irányt kell alkalmazni, amely *»akkor«* a kívánt viszonyokat nyújtja.

A *gyapot* eredményei a megbízosabbak. Két év kísérletei már feljogosítanak arra a megállapításra, hogy a nagyobb meleg a gyapotnál mindenképpen kedvező, bármely időszakáról is legyen szó. Az azonban még nem eldöntött kérdés, hogy ezt csak az észak-déli iránnyal lehet-e elérni.

Véggövetkeztetések :

1. Az éghajlati irányítottság sugárbőssége másként érvényesül a vegetációs időszak kezdetén (főleg az őszi gabonaféléknél), amikor a fokozott meleg előnyös hatású.

2. A sugárbősség vagy hiány a növény természetének megfelelően különbözőképpen érvényesül. A nyári időszak sugárbőssége *nem minden* növényre ártalmas.

3. A sugárzás érvényesülése az évjáratoktól is függ. Valószínű, hogy borult napokon a kelet-nyugati irány sugárbőssége az erre egyébként kedvezőtlenül reagáló növényeknél is kedvező hatást vált ki.

4. A növény sorok hatásának elemzésénél különbséget kell tenni a növény sorok iránya és az egyes növények agrotechnikájával alkalmazott baháttak, sáncok iránya között.

5. A növény sorok alig tekinthetők zárt falaknak és így a növényállomány szabálytalanságai miatt az elméleti szám adatok a valóságban nem érvényesülnek és azzal ellentétes lesz az eredmény. Olyan eljárásokat kell kidolgozni, amely a kelet-nyugati irány nyilvánvaló sugárbősségét kellőképpen kihasználja azoknál a növényeknél, amelyeknek erre szükségük van.

6. Az ellentétes eredmények mérés technikai okokból is származhatnak. Az egyenlőtlen növényállomány hő és egyéb értékei nem határozhatók meg annak egy ponton való megfigyeléséből.

7. A hibák kiküszöbölésére a következő eljárásokat alkalmaztuk, illetve fogjuk a jövőben alkalmazni. A kísérleteket többszörös ismétléssel legalább 3, esetleg négyszeres ismétléssel állítjuk be. A szegély hatás kiküszöbölésére legalább félméteres szegélyt alkalmazunk a parcelláknál. A fenológiai felvétel, minthogy az egész táblán nem hajtható végre, parcellánként 50—100 kezdeti stádiumban megjelölt növényen végezzük. Az állományklíma megfigyelésnél egy-egy táblát lehetőleg 3—4 ponton kell kimérni, hogy az állomány és a talaj egyenlőtlenességéből, valamint a talaj egyenlőtlen átnedvesedéséből származó eltéréseket kiküszöböljük.

HOZZÁSZÓLÁSOK

MÁTÉ IMRE

Nagy örömmel kell üdvözlönnünk Berényi professzor kísérleteit. A lisenkói stádiumos fejlődés-elmélet nyomán következik, hogy a növény különböző tartamú megvilágítása igen nagy gyakorlati jelentőségű. Nagyszámú kísérlet-sorozat igazolta, hogy a növények számára a fényviszonyok megváltozása gyökeres változásokat eredményezett a növény morfológiájában, anatómiájában, fejlődés-fiziológiájában, ökológiai viszonyaiban, élettani funkcióiban, miután a fényviszonyok megváltozása közben nemcsak a növekedés folyamatai, hanem a minőségi stádiumos folyamatok is érintve vannak.

Perekalszkij szovjet kutató pl. az év folyamán megjelent „A sorok észak-déli iránya a vetéskor“ c. tanulmányában arról számol be, hogy a Moszkva körül végzett ilyen irányú kísérletekben az észak-déli irányú vetéssel tavaszi búzánál ha-onként 0,8—3,8 q-ás terméstöbbletet értek el. (Moszkva 1952).

Javaslataim :

1. A magam részéről nagyjelentőségűnek tartanám a további kísérleteket a sugárzás mérésére is kiterjeszteni.

2. Mód kínálkozik továbbá ilyen kísérletek során a gyomviszonyok alakulásának megfigyelésére is a vetéssorok égtáji kitettséggel kapcsolatban.

3. A jövőben arra kell törekedni, hogy az új növényfajták a napenergiának magasabb százalékát (5—8%) használják ki, amire Potapov professzor a nagy termések elméleti alapjait és agrotechnikai kérdéseit tárgyaló akadémiai ankéton hozzászólásában utalt.

Ma már egyre inkább jelentkezik annak szükségessége, hogy az agrometeorológiai kutatások minél szélesebb körben kapjanak szerepet a magasabb termések elérését munkáló növénytermesztésünkben és növénynemesítésünkben. Meggyőződésem, hogy az agrometeorológia és a termelés legszorosabb koordinációjának ideje ma már elérkezett.

KULIN ISTVÁN

A mikroklimakutatás jelentőségét ma már nem szükséges hazánkban túlságosan hangsúlyozni. Ezzel agronómusaink, főleg Berényi mikroklimakutatásai és szakirodalmi működése következtében általában tisztában vannak. Nem eléggé tisztázottak azonban a mikroklimakutatás területei, módszerei és műszerei.

Egyes mikroklimakutatók hajlamosak aprólékos, gyakorlatilag egyelőre még nem hasznosítható biológiai részletproblémákba belemerülni és elítélnék minden nagyvonalúságot a mikroklimakutatás terén. Teljes mértékben elismerjük azon kutatási irány fontosságát, amelyik a legkisebb zavaró hatás kiküszöbölésére és a legpontosabb elektromos műszerek használatára törekszik, de emellett szükségesnek és éppen azért helyesnek kell tartanunk azt az irányt is, amelyik mérlegelve a rendelkezésre álló műszer és egyéb lehetőséget, túlságos aggodalmaskodás nélkül nekifog a mikroklimakutatásnak és azt mindjárt mezőgazdasági szempontból fontos tudományos és gyakorlati célok szolgálatába állítja be.

Berényi mikroklimakutató munkájának előnyére írható az, hogy a rendelkezésre álló műszerekkel évekkal ezelőtt megkezdte a mikroklimakutatásokat,

fontos mezőgazdasági kérdések tisztázása érdekében s mások által is követhető módszereket dolgozott ki.

A most elhangzott előadásában ismertetett kísérlet különösen két okból fontos és aktuális hazánkban. Egyik ok az, hogy a népi demokráciánk által megvalósított nagyüzemi gazdálkodás lehetővé teszi a vetéssorok irányának a legmegfelelőbb megválasztását, ami a kisüzemi gazdálkodás keskeny szalagparcelláin nem valósítható meg. A másik ok az, hogy az utóbbi években meleg égtájokról származó több nagyobb fényigényű növény meghonosításával foglalkozunk, amelyeknél különösen fontos a sugárzó energia legtökéletesebb kihasználása.

Berényi említette, hogy az egyes növényfajok természetén kívül még egyazon klímavönyön belül is változik az eredmény a tenyészidőszak időjárása szerint. Éppen ezért a kérdés tisztázásához több évi és több éghajlati övben végzendő kísérlet szükséges. A kísérletezés éveiben tapasztalt időjárás kiértékelésénél, megisméltődésük valószínűségének elbírálásánál igen jól felhasználhatók a több évtizedes makroklimakutatás azon eredményei, amelyeket az Országos Meteorológiai Intézet elsősorban mezőgazdasági érdekek szolgálatában a legutóbbi években feldolgozott. Ezek egynémelyikéről a következő előadásokban hallani fogunk.

TAKÁCS LAJOS

Hallatlanul nagyok azok a mérés-technikai nehézségek, amelyekkel az előadónak meg kellett küzdenie. Elismerésre méltó, hogy ezek nem hatottak elcsüggesztően a kutatások folytatására és kiterjesztésére. Véleményem szerint érdemes volna mellékirányok bekapcsolása is a kutatásba. Esetleg ezek eredményei segítenek eldönteni az égtáji irányítás hatásmechanizmusát. Talán az uralkodó szélnek és így a párolgásnak is van akkora hatáskülönbsége az állományban, amely a hőmérsékleti és terméseredményi mikrokülönbségek okaira legalább olyan jól rávilágít, mint az erősen problematikus elméleti sugárzás-különbség.

Ha mindössze pár százalékos lesz csak a kétségtelenül kimutatható termés-eredmény-növekedés, akkor is országos horderejű és vitathatatlanul folytatásra érdemes kutatásokról van itt szó. Ehhez megfelelő kísérleti területek sorozata, alkalmas mikroműszerek kellő mennyisége és lelkes észlelőgárda szükséges. Kívánatos, hogy a kutatás egyik részletében se szenvedjen hiányt.

DOBOSI ZOLTÁN

A sorok különféle irányításának a kiértékelésénél az volna a fontos, hogy ne csak a hőmérséklet legyen mérhető, hanem a sugárzás is. Az Egyetemi Légkör-tani Intézetben voltak már tavaly is és az idén nyáron is állomány sugárzás-mérések. Az eredmények azt mutatták, hogy a diffúz sugárzás nagyjából a nap-magasságtól függetlenül változik, a direkt sugárzás ellenben zárt állományban délelőtt és délután elég gyenge, míg a déli legmagasabb napállás idején igen éles maximumot mutat. A sor irányítottságának szerepe abban állhat, hogy ezt az éles maximumot lecsökkenti és megfelelően elosztja a különböző napszakokra és a különböző hőmérséklettel bíró időszakokra.

Ezek a kísérletek rendkívül nagyjelentőségűek és még nagymértékben ki kell terjeszteni a kísérleteket a különböző sortávolságok és a különböző sorok irányítottságának a hatására.

A kísérletek sikere érdekében felhívom a figyelmet arra, hogy a növény fejlődésének kezdeti fázisában még jól érvényesül a sorköz-hatás, később azonban záródik a növényállomány és zárt állománynál ez a hatás már nem jön létre.

A. MÁDE

Az a probléma, amelyet Berényi professzor vizsgált, népgazdasági szempontból igen fontos, metodikai szempontból azonban nagyon nehéz. A metodika még megoldatlan. Ezekkel a problémákkal a Német Demokratikus Köztársaságban ugyancsak foglalkoznak és nehézségek jelentkeznek a megoldás terén. Nem tudom, hogy Magyarországon a nehézségek miben állanak, ezért véleményem kizárólag a német viszonyokra vonatkozik. Németországban eleinte a terméseredményeket egyes meteorológiai elemekkel állítottuk párhuzamba. Fontos pedig az, hogy a mikroklimát teljes egészéként tekintjük és ezt a teljes egészet állítsuk párhuzamba a terméseredményekkel.

Azoknak a különbségeknek a kiderítéséhez, amelyek a különböző növények között mutatkoznak, fontos eszköznek találok a növény-szociológia igénybevételét. A Német Demokratikus Köztársaságban a növény-szociológus mindig együtt dolgozik ezekben a kutatásokban az agrometeorológussal, sőt bizonyos szuverenitással önállóan dolgozik és azután történik az eredmények egyeztetése. Módszertani kérdésekben tanulnunk kell a mezőgazdasági tudományoktól, amelyek igen nagymértékben használnak matematikai statisztikai eszközöket, különösen használják a legutóbb közölt variációs analízist. Ennek általában az agrometeorológiában és az agrometeorológiának különösen ebben a problémájában igen nagy hasznát látom.

M. KONČEK

Egy rövid megjegyzést óhajtok tenni. Csehszlovákiában ugyancsak foglalkoznak ilyen problémákkal, bár ez saját munkakörömtől távol esik. Ublies dr. Prága közelében végzett burgonyán ilyen méréseket és azt találta, hogy a burgonyánál az észak-déli sorok a legkedvezőbbek.

BACSÓ NÁNDOR

Örömmel üdvözlöm Berényi eltársnak ezeket a kísérleteit. Javasolom, hogy kísérleteit terjessze ki a szél, párolgás, talajnedvesség, légnedvesség és egyéb hasonló tényezőkre is, mert — mint A. Máde elvtárs említette, — a mikroklima semmiképpen sem fogható fel egyetlen vagy egy-két tényező — mondjuk sugárzás, hőmérséklet — függvényének, hanem abban a többi elemek is legalább akkora részt vesznek. Különös jelentőségű ez a mi aszályra hajló éghajlatunkban, ahol nemcsak a hőmérsékleti és sugárzási értékek, hanem a szélvédelemmel kapcsolatos talaj- és légnedvességi értékek is feltétlenül befolyást gyakorolnak a termés mennyiségére.

MÁNDI GYÖRGY

A vizsgálatok kétféle növénycsoportra vonatkoznak, gabonafélékre és kapásnövényekre. A gabonaféléknél nagyon fontos, hogy a megdőlés kérdését is vizsgáljuk. Tudniillik a megdőlésnél igen fontos szerepet játszanak a fényviszonyok.

Kapásnövényeknél, így a dohánynál 1950-ben kísérleteinknél a sorok pontosan kelet-nyugati irányban haladtak. Bőjte Gábor vizsgálatainál azt tapasztalta, hogy a dohánynövények virágzata kelet-nyugati irányban sokkal nagyobb volt, mint észak-déli irányban. A levelek fejlődésében, alakulásában, színesedésében, stb. szintén tapasztaltunk különbségeket az égtáji helyzetnek megfelelően.

A fényviszonyokat jelentős mértékben befolyásolja az expozíció. A vizsgálatok általában sík vidéken folytak, tehát ki kellene egészíteni ezeket dombos, azaz bizonyos expozíciójú vidékeken folytatott vizsgálatokkal is. Nagyon hasznos volna ezenkívül a mellékirányok, így az északnyugat-délkelet, illetve az északkelet-délnyugati irányok vizsgálata is.

BABARCSI JÓZSEF

Felhívom a Kongresszus figyelmét a szőlőnek mikrometeorológiai szempontból történő megfigyelésére. A szőlő ugyanis igen jó indikátor. Felesleges elmondanom, hogy a borok minősége mennyire eltérő az egyes borvidékek szerint.

A szőlő évelő növény. Átlagban 36—40 éves élettartamú. Ha beállítanánk egy megfigyelés sorozatot a szőlőre, akkor nem egy kiugró év adatait kellene regisztrálni, hanem ezeket évtizedes periódusban tudnánk állandóan felvenni, értékes mikrometeorológiai adatokat gyűjthetnénk.

Magyarországon három szőlőhegy van, ahol mind a négy világtáj között folyik a művelés: A szentgyörgyi hegy, a sági-hegy és a Somló-hegy. Nagyon érdekes volna a négy égtáj szerint mikrometeorológiai állomást beállítani. Így a szőlészeti és meteorológiai megfigyelések párhuzamba állíthatók volnának és a mezőgazdaság különleges ágára a szőlőművelésre közvetlen adatokat tudnánk ezekből a megfigyelésekből kapni. Egy ilyen mikroállomás nem kerülne sokba.

A szőlő helyzetkép felvételével kapcsolatban szőlő utántelepítés előtt áll a magyar mezőgazdaság. Lényeges volna erre való tekintettel a szőlősorok irányának eldöntése.

HILLE ALFRÉD

Az utóbbi időben sokat olvastunk az ú. n. keresztsoros vetésről. Azt a kérdést tennem fel, hogy keresztsoros vetéssel folytak e hasonló kutatások a terméseredmény, a hőmérséklet kialakulása, tárolása szempontjából és hogy ezek mutatnak e valamilyen előnyt úgy az észak-déli, mint a kelet-nyugati vetéssorokhoz képest.

Csatlakozom Dobosi elvtárs megállapításaihoz, hogy célszerű ebből a szempontból különbséget tenni a fiatal és a fejlettebb állapotban lévő növény között, amikor már árnyékot is tud vetni. Itt kell kifejezésre juttatnom azt a kívánságomat, hogy Berényi professzor ezeket a kísérleteket fejlessze tovább.

BERÉNYI DÉNES válasza a hozzászólásokra

A számos hozzászólásból megállapíthatom azt, hogy munkám — amely egyéb munkáimnak igen kis részét képezi — másokban is felkeltette az érdeklődést. Mindazok a gondolatok, amelyek a hozzászólások folyamán felvetődtek,

bennem is felmerültek, de a mellékproblémákra nem térhettem ki. Amikor például talajhőmérsékletet mértünk, megmértük a talajnedvességet is. Mindent mértünk amihez műszer rendelkezésünkre állt. Árnyékolás alatt mindenkor a fényviszonyok szabályozását értettem. Ezzel azt hiszem, Máté professzor hozzászólására meg is adtam a választ. Tisztában vagyok azzal, hogy a fénynek és a fotoperiodizmusnak milyen nagy fontossága van ezeknél a kérdéseknél.

Kulin István elismerte munkám értékét abból a szempontból, hogy nem vártam, hanem egyszerű eszközökkel nekikezdtem a probléma megoldásához. Azzal dolgoztam, ami volt és az alkalmazott eljárásokban igyekeztünk kiküszöbölni a fellépő hibákat.

A sor-irányítás azért jelentős, mert nagyban alkalmazható. Ugyanez vonatkozik a tenyészterület kérdésére is és a kettőt tulajdonképpen együtt kell vizsgálni. A makroklima adatai kétségtelenül felhasználhatók. Elgondolá-sunk és célunk az, hogy az állományban folytatott mérések a makroklimára legyenek visszavezethetők és minden éghajlat-területre megadható legyen nagy vonásokban, hogy adott helyen a makroklimához képest milyen többlet vagy hiány érhető el sugárzásban, hőben, fényben, nedvességben, stb.

Ami Takács Lajos hozzászólását illeti, az elméleti alapok, ha nagyon nehezen válnak is be a gyakorlatban, mégis rendkívül fontosak, mert ugyanazt a szerepet töltik be, mint az előbbi esetben a makroklima.

* Mäde elvtárs hozzászólását hálásan köszönöm. Világos előttem, hogy a növényállomány klímájának megmérése tulajdonképpen hőháztartás-mérés kérdése. Előttem mindig az egész kép van és nemcsak az egyes elemek. A mezőgazdaság követelményeit munkámban állandóan szem előtt tartom és a jelenlegi módszer kidolgozását csakis annak köszönhetem, hogy mezőgazdasági kutatókkal dolgozom együtt. Tervbe vettük a fenológia kérdéseinek vizsgálatát is. A mult esztendőben már megkíséreltünk ilyen vizsgálatokat és rozs-állományra, búzára vannak is adataink, nagyon érdekes összefüggések jelentkeztek a növényállomány fejlődése és a gyom-vegetáció alakulása között. A kiértékeléseknél a modern statisztikának minden felhasználható módszerét alkalmazzuk, így a szóródás-elemzést és minden egyebet.

Konček professzor hozzászólásából örömmel értesültem arról, hogy hasonló kísérletek Csehszlovákiában is folynak. Ő a burgonyát említette. Itt komplikáltabb dologról van szó, mert a burgonya csak a kezdeti stádiumban van símán művelve, azután töltögetik és árok képződik az állományok között. Ez nehezebb kérdés. Mindenesetre érdekes, hogy az észak-déli irány az, amely itt is helyesnek mutatkozik.

Az expozíció kérdése szintén nem került el a figyelmemet, mert természetesen a sorirányítás hatása a különböző expozíciójú, déli vagy északi lejtőn másképpen jelentkezik és az külön lehetőséget nyújt a sorirányok előnyeinek kihasználására.

A megdőlés természetesen akkor vizsgálható, ha az illető állomány megdőlt. Ezt mesterségesen nem tudjuk előállítani.

A szőlészeti kérdések igen érdekesek és bizonyos megfigyeléseket ebben az irányban is végeztünk. Valóban igen érdekes volna a Badacsony vizsgálata, ahol adva vannak a különböző expozíciók, a különböző lejtők és véleményem szerint a fenológiai megfigyelést minden további nélkül sürgősen meg kell indítani, függetlenül attól, hogy lesz-e ott mikroklimatológiai megfigyelés vagy sem.

AUJESZKY LÁSZLÓ

Röviden foglalom össze ennek az értékes vitának a tanulságait. Az első tanulság az, hogy Berényi professzor nagyon értékes munkát végzett. A másik tanulság az, hogy ehhez a munkához nem állnak rendelkezésre azok a műszerek és egyéb feltételek, amelyek a mégjobb kiértékeléshez szükségesek volnának. Azt hiszem, mindannyian látjuk a szükségességét egy olyan határozat benyújtásának a záróülésem, amely a szükséges kutatási feltételek megjavítását kívánja.

A HŐMÉRSÉKLETI SZÉLSŐSÉGEK MAGYARORSZÁGON ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK A NÖVÉNYTELEPÍTÉS CÉLJAIRA

BACSÓ NÁNDOR

a földrajztudományok kandidátusa

A Magyarország területén fellépő léghőmérsékleti szélsőségekről mindmáig nem állottak megbízható adatok rendelkezésünkre. Ennek okai a következők voltak: 1. A magyar meteorológiai hálózatot csak 1901 után szerelték fel fokozatosan szélsőséghőmérőkkel, és eleinte a műszer és ezért az adatok minősége sem volt kielégítő. Az észlelési sorozatok tehát kisszámúak, rövidek és megbízhatatlanok voltak. 2. A második világháború előtt tájékozatlanságból kifolyólag sem a kormányzat illetékes szervei, sem a gyakorlati élet, sem pedig a határterületeken, elsősorban a növénytermesztés vonalán működő kutatók nem adtak elegendő ösztönzést a klimatológiának eme fontos adatok megállapítását késleltető, kétségtelen nehézségek leküzdésére.

Ezek az akadályok ma már elhárultak. Az ország egész területét behálózó meteorológiai állomásokon 50 év alatt nagyszámú, elég megbízható észlelési adat gyűlt össze, a népgazdaság és a tudományos kutatás fejlődése pedig magával hozta az ilyen adatok meghatározásának követelő szükségességét. Ezért az Országos Meteorológiai Intézetben tervbevett ilyen irányú kutatást végre is hajtottuk, és ennek eredményeiről a következőkben számolhatok be.

Az összegyűlt 50 évi adathalmazból az éghajlatkutatás ismert szabályai és módszerei szerint 12 állomásról meghatároztuk:

1. A léghőmérsékleti maximumok és minimumok 50 év alatt előfordult *abszolút szélső értékeit* évi és havi vonatkozásban, kiegészítve az ingadozások adataival.

2. Meghatároztuk a szélső felmelegedések és lehűlések *50 évi átlagértékeit* 45 állomásról évi és havi részletezéssel, szintén kiegészítve az ingadozás adataival.

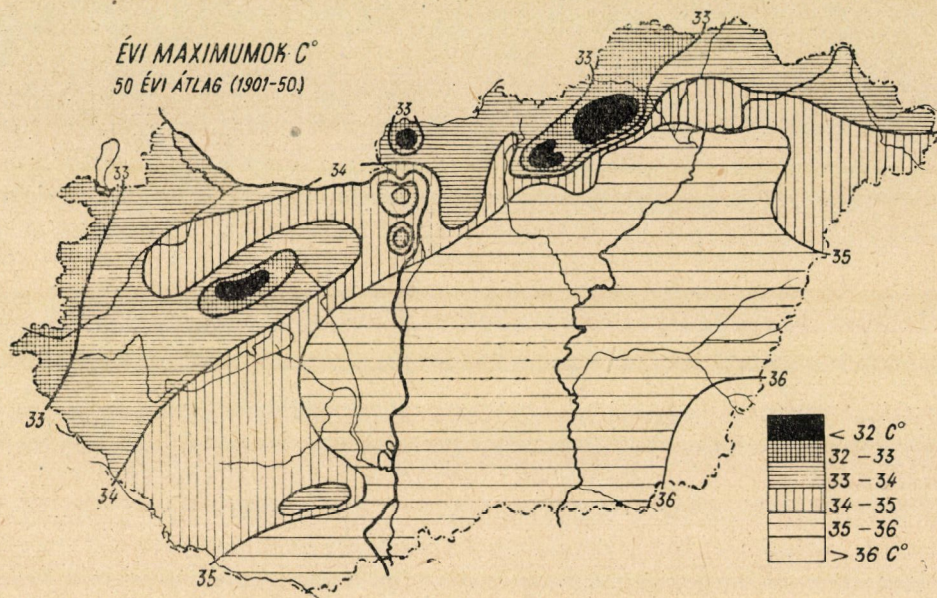
3. Térképeken ábrázoltuk a fenti adatok *területi eloszlását* évi és havi részletezéssel.

4. A térképek alapján megvizsgáltuk a területi eloszlás *sugárzási, orográfiai és légcirkulációs (advektív)* tényezőit és a fenti tényezők részvételének arányát a talált eredményekben. Megvizsgáltuk ennek kapcsán azokat az *időjárási helyzeteket és légtömegeloszlást*, amelyek alkalmával a kiemelkedő szélső értékek

fellépnek, és kikutattuk azokat az okokat, amelyek a rekordeseteket létrehozzák.

Időhiány miatt itt az eredmények minden részletet felölelő bemutatása helyett, szemelvényekként, csak az évi maximum és minimum térképeket mutatom be.

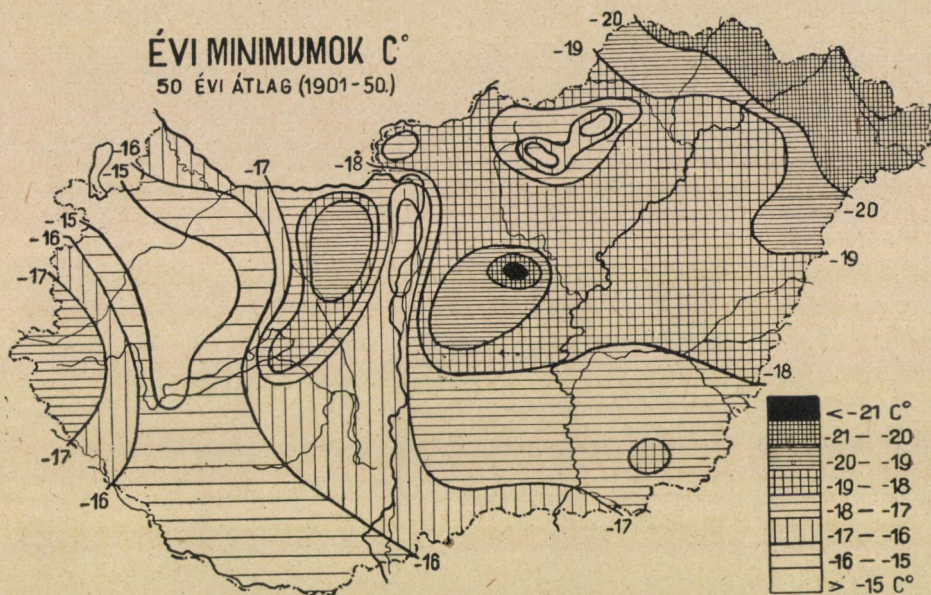
1. képünk az évi abszolút maximumok 50 évi átlagértékeit ábrázolja. Térképünkön látjuk, hogy, ha a hegyvidékeket figyelmen kívül hagyjuk, akkor is 5 sávot különböztethetünk meg az ország területén az 1°-os közökkel meghúzott izotermákkal elhatárolva.



1. kép. Az évi legerősebb felmelegedések 50 évi átlagai

A legmelegebb terület az ország délkeleti szeglete, a 36°-os maximumizotermával elhatárolt vidék. A szélső felmelegedésekben is tapasztalható tehát ugyanaz, amit annakidején az átlaghőmérsékletekben kimutattunk, hogy az Atlanti óceáni, nyáron hűvös (mK) légtömegek beáramlása nyugaton és északnyugaton a nappali felmelegedéseket ilyenkor lényegesen csökkenti. Ezt a hatást részben a hűvös beáramlás hideg-advekcója útján fejt ki, részben pedig a felhőzetet fokozó, tehát a besugárzást és így a déli felmelegedést csökkentő hatásával. A 4°-ot is elérő különbség gyakorlati szempontból már jelentős. Hőigényes növényeink termőhelye ezért a délkeleti, viszont a hőséget rosszul tűrő növényeinké a nyugati határsáv és az északnyugati sarokterület — természetesen csak minden egyéb körülményt azonosnak véve, illetőleg azoktól eltekintve és a talajt is figyelmen kívül hagyva. A hegyvidék szélső felmelegedése ismert okokból jelentősen kisebb. Ennek részletezésére itt nem térhetek ki.

A 2. képen, az évi abszolút minimumok térképén, figyelemreméltó fővonás a legerősebb téli hidegek északkeleti jelentkezése, a cK légtömegek beáramlásának főútvonalával s ott a kisugárzás következtében történő további erős lehüléssel kapcsolatban. A legenyhébb viszont az ország északnyugati része. A két majdnem azonos földrajzi szélességű terület között a téli legerősebb lehülésekben tehát mintegy 6—7° különbség van. Ez nagyon jelentős különbség a telepítendő növényzet téli fagyűrésének nézőpontjából. A nem fagyálló növényzet legtermészetesebb termesztési helye tehát a nyugati országrész, ezzel szemben kerülendő északkelet. Térképünk azonkívül két érdekes, elég nagyterjedelmű hideg



2. kép. Az évi legerősebb lehülések 50 évi átlagai

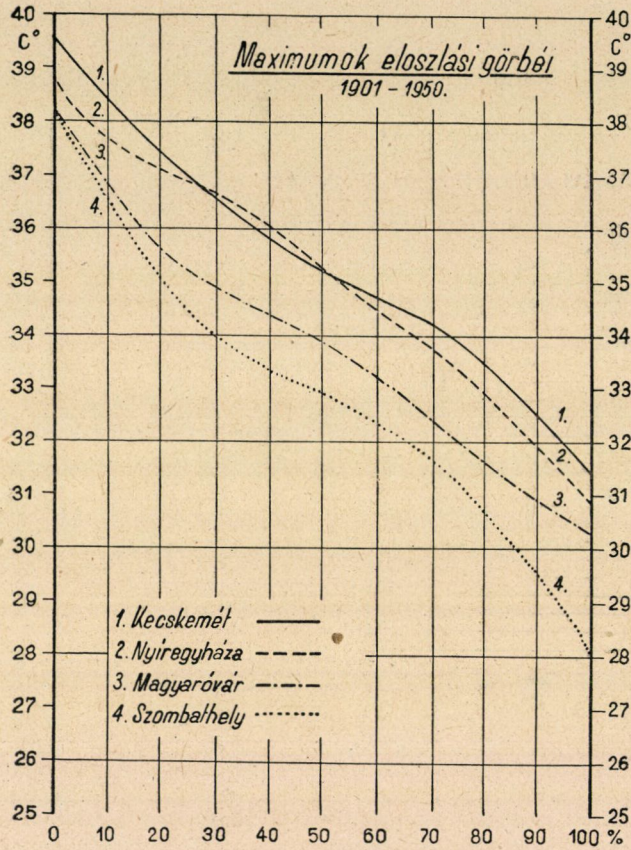
területet is mutat. Az egyik a Pest, Fejér és Esztergom megyék érintkezésénél, a Budai hegyektől nyugatra, a másik az Észak-Kunság és Jászság határán van. Mindkettőt a domborzattal kapcsolatos szélárnyéknak és részben a talaj hatásának tudjuk be. A hegyvidék ebben az évszakban átlagban izotermiát, szélső esetekben erős inverziót mutat.

A bemutatott és a többi, szintén meglévő havi térképek mindegyike bizonyítja, hogy az aránylag kis területű Magyarországon belül is a gyakorlat, de különösen a növénytermesztés nézőpontjából komoly jelentőségű különbségek mutatkoznak az egyes területek, vidékek és tájak hőmérsékleti szélsőségei között. Ezek a különbségek a korszerű tájtermesztés céljaira részletesen kiértékelendők és kiértékelhetők is.

A térképeket természetesen egybevetettük a többi éghajlati elemek, úgy-mint a napsütés, felhőzet, csapadék, hótakaró és szél kész éghajlati térképeivel

is. Az összhang eme éghajlati elemek területi eloszlásában megnyugtatóan világos és határozott.

A térképeken túl azonban sokkal behatóbb és részletesebb tájékoztatást ad, ha az átlagértékeken és területi eloszlásukon kívül azoknak fellépési gyakoriságáról is szolgáltatunk adatokat.

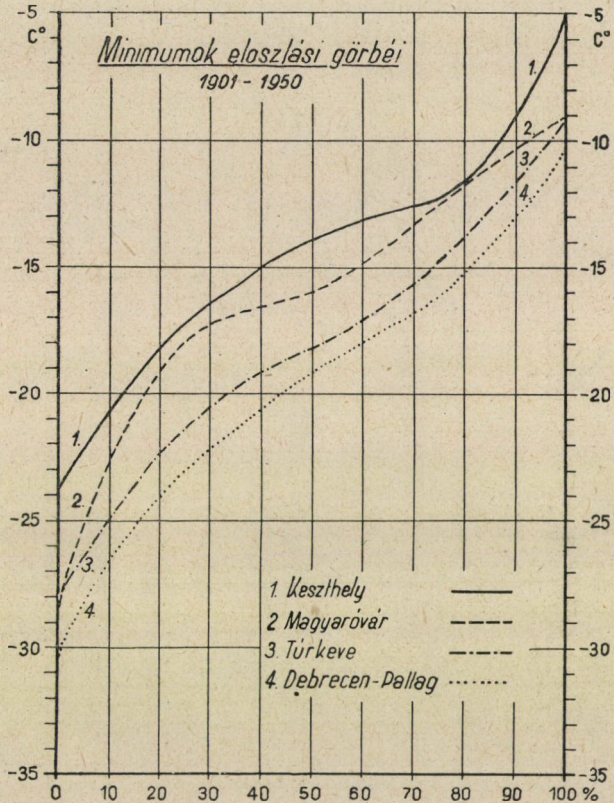


3. kép. Szélső felmelegedések értékeloslása

Ebből a célból az 50 év alatt fellépett szélső hőmérsékletekről *értékeloslási görbéket* is készítettem, amelyek százalékos kifejezésben némi túlzással *valószínűségi görbéknek* is tekinthetők. Ezekből a görbékben, illetve számrajzokból kétféle is készült. Az egyik csoport az évi abszolút szélső értékekről, a második csoport a havi értékek évi menetéről ad tájékoztatást.

3. képünkön két nagyalföldi (Nyíregyháza és Kecskemét) és két dunántúli (Magyaróvár és Szombathely) állomás évi átlagos maximumainak értékeloslási görbéit adjuk és hasonlítjuk össze. A görbéket a quartilis rendszer

alapján szerkesztettük meg. A két vidék adatainak különbsége a nagyalföldi igen erős és a nyugatdunántúli, amazoknál jóval mérsékeltebb felmelegedéseket tárja elénk. Együttal módot ad arra, hogy egy adott szélső felmelegedés százalékos előfordulását a görbékől akármelyik helyre megállapítsuk. Például az ábráról megállapítható, hogy a 35°-os hőségnek, mint maximumnak a gyakorisága Szombathelyen csak 20%, Magyaróvárott 30% ezzel szemben az

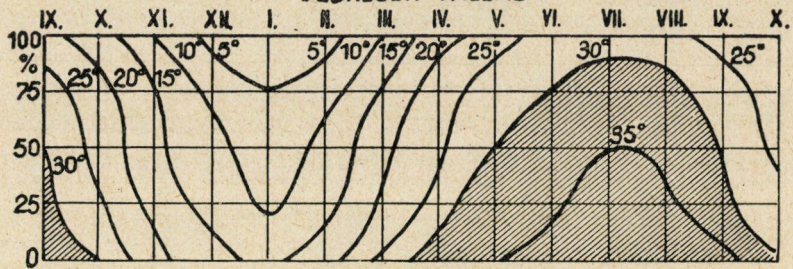


4. kép. Szélső lehűlések értékelése.

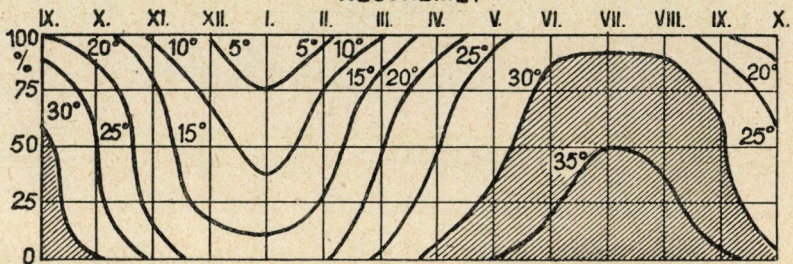
ország keleti felében, Kecskeméten és Nyiregyházán 55%. Használhatjuk az ábrát úgy is, hogy például 80%-os biztonságot kötünk ki és azt keressük, hogy mekkora felmelegedés remélhető az egyes helyeken ilyen biztonsággal. Akkor Szombathelyen 30,5°-os értéket találunk.

4. képünk a 3. ábrához hasonlóan kétféleképp használható. Ha azt keressük, hogy egy adott növényre veszélyes téli lehűlés, például a -15°, Magyaróvárott hány % valószínűségű, akkor az ábrából könnyen leolvasható, hogy ez majdnem 60%-os. Ezzel szemben ugyanez már Debrecen-Pallagon 81%-os.

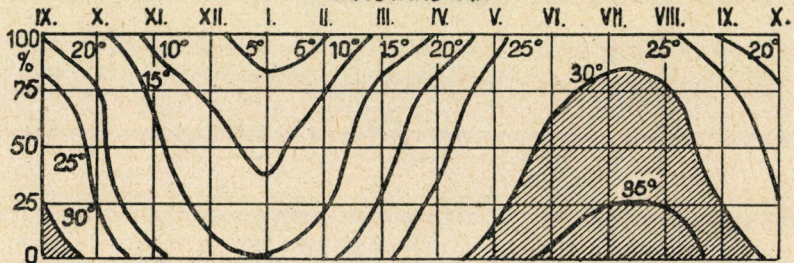
DEBRECEN-PALLAG



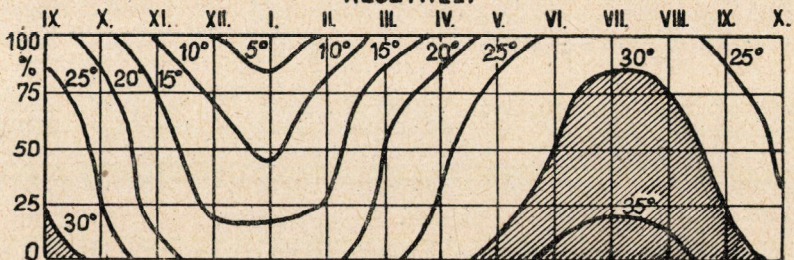
KECSKEMÉT



MAGYARÓVÁR



KESZTHELY



5. kép. Szélső felmelegedések %-os gyakoriságának évi menete

Ugyancsak, ha pl. 50% előfordulási gyakoriságot kötünk ki, akkor erre Magyaróvárott —16°-os, Debrecenben —19°-os lehülést találunk.

Az 5. kép egy termoizoplétás számrajz, az egyes hónapokban észlelt maximumértékek százalékos gyakoriságának évi menetét mutatja be a *havi quartilisek alapján*. A közbeeső időszakokra nézve némi nagyvonalúsággal jogosultnak véljük még az interpolációt is. Ezért, ha nem is pontosan naphoz kötve, de egy-egy hetes eltolódást megengedve, képet kaphatunk a szélső felmelegedések százalékos gyakoriságának *időbeli változásairól* is.

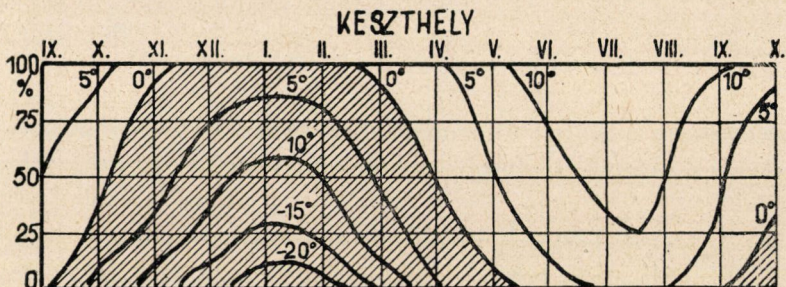
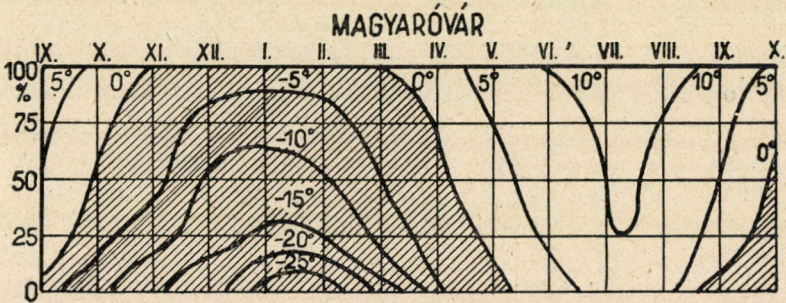
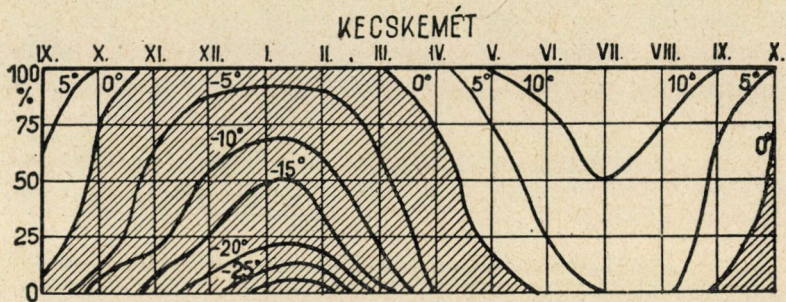
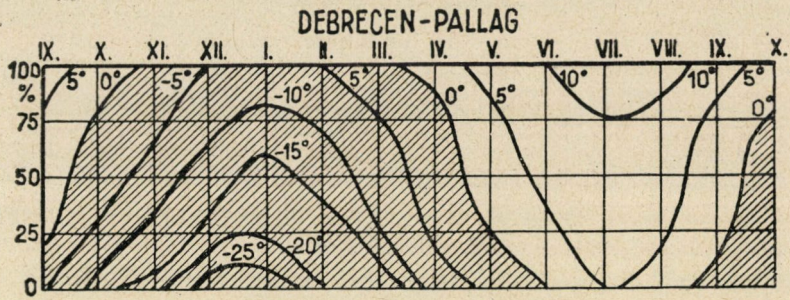
Nyilvánvaló, hogy a hőmérséklet évi menetét ismerve, tudjuk, hogy a hőmérséklet felszálló ágában a legnagyobb felmelegedések zöme a hónap második felére esik. Ugyanígy a leszálló ágban a szélső felmelegedések a hónap első felében sűrűsödnek. Ezért ez az eljárás, hogy a sokévi átlagokat mintegy a hónap középső napjára tekintjük érvényesnek, *csakis legelső közelítésnek tekinthető*. Mindazonáltal a görbék többé-kevésbé szabályos alakja is mutatja, hogy az előző és a következő hónap megfelelő adatai a görbék menetébe beleszólnak és azt befolyásolják, ezzel csökkentik azokat a hibákat, amelyeket a fenti körülmények figyelmen kívül hagyásával elkövetünk.

Az ábrákat ezért nem egyes, egész pontos határnapok megállapítására, hanem inkább csak a különböző éghajlati körzetek adatainak összehasonlítására használhatjuk fel.

Az ábrából leolvashatjuk adott maximum-értékű nagy hőség időszakát és százalékos gyakoriságának változását az előfordulás időszakán belül. Például a 30°-os havi maximum fellépése Debrecenben június 15. és szeptember 1. között 75% gyakorisággal várható. Ugyanez a felmelegedés Magyaróvárott csak július 1. és augusztus 20. között fordul elő 75%-os gyakorisággal.

A 6. képünkön lévő számrajz a minimum-izopléták haladásáról tájékoztat. Tekintetbe véve azt, amit a maximumokról elmondottunk, főleg az átmeneti hónapokban, ez a kép sem tekinthető alkalmasnak határozott dátumok megállapítására. Nem is ez a célunk vele, hanem az összehasonlítás a különböző makroklímájú helyek havi minimumainak értékeléséről. Látjuk például, hogy mennyivel nagyobb az a terület, amelyet a 0°-os minimum izopléta Debrecen-Pallagon körülhatárol, mint az a terület, amelyet Magyaróvárott vesz körül.

Hasonló, de a fentieknél pontosabban szerkesztett maximum-izopléták, amelyekben a hőmérséklet felmenő ágában a havi értékelést a 20.-a és 25.-e közötti, a lemenő ágban az 5.-e és 10.-e közötti napokra vesszük érvényesnek, pontosabb dátumszerű megállapításokra is alkalmasak lesznek. Ugyanezt az elvet megfordított dátumokkal alkalmazhatjuk a minimum izoplétákra, ahol a felmenő ágban (januártól júliusig) vesszük érvényesnek a havi adatokat az 5.-e és 10.-e közötti, a lemenő ágban (júliustól januárig) a 20—25.-e közti napokra. Nagyobb eltolódást, mint egy hetest, időjárásunk változékony és ingadozó jelleménél fogva nem tartok valószínűnek.



6. kép. Szélső lehűlések %-os gyakoriságának évi menete

Térképeink és számrajzaink a növénytermesztők, különösen azonban az újonnan meghonosítandó növények legjobb hazai termőhelyeit kutató kiváló szakembereink számára fontos támpontokat szolgáltatnak. A hőigény nagyságának és a veszélyes, pl. a lombhullatást, esetleg a részleges, vagy teljes elfagyást előidéző hőmérsékletek értékeinek ismeretében a kutatók az egyes éghajlati körzeteket nagyjából jól képviselő adatokból megállapíthatják, hogy a *makroklima* ott mennyiben megfelelő növényük számára. Ennek megállapítása útmutatás arra, hogy hol van remény a kedvező tulajdonságú *természetes mikroklimák* nagyobb számban való feltalálására. Végül ugyanezek az éghajlati adatok, kiegészítve az ott található természetes mikroklimák adataival módot adnak annak megítélésére is, hogy az illető éghajlaton mily mértékű beavatkozás, tehát természetátalakítás szükséges a termesztéshez kielégítő, kedvező tulajdonságú *mesterséges mikroklimák* megteremtéséhez. A beavatkozás mértékén annak időtartamát is értjük, és adataink hozzávetőlegesen a beavatkozás, a módosítás (pl. takarás) időszakára is adnak útbaigazítást.

Az olyan új növények termesztésének sikere, amelyek termesztésükhöz Magyarországon, legalább is egyelőre, mesterséges mikroklimát igényelnek, a *gazdaságosság* kérdése. Ez pedig egészen másképp alakul egy, a növény eredeti igényeit jobban kielégítő makroklimájú helyen, mint a kedvezőtlen makroklimában. Ezért *döntő fontosságú* a termőhelyek kiválasztásakor.

HOZZÁSZÓLÁSOK

TAKÁCS LAJOS

Az elhangzott előadás csak egy részlete annak az itt először személyként közlésre kerülő nagyszabású hazai éghajlati feldolgozásnak, amelynek az utóbbi években mind erősebb hiányát érezték mindazok, akik az éghajlati szakvélemények és tanácsadások vonalán szolgálják konkrét eligazító adatokkal a Meteorológiai Intézethez forduló legkülönbözőbb népgazdasági szervezetek.

Különös tudományos értéke az előadásnak az abszolút szélsőségekről és a havi értékek évi menetéről előállított újszerű értékelési görbék közreadása.

Túlzás nélkül valószínűségi iránymutató gyanánt lehet felhasználni a hőmérsékletről bemutatott értékelési görbéket. Akkor is, ha a matematikai statisztikában a „valószínűségi” szó más fogalomra van lefoglalva, jogosultnak látszik előttem *valószínűségi görbéknek* tekinteni és nevezni a gyakorlati kapcsolatú klimatológiában a bemutatott igen hasznos és izopleták módjára rendkívül szemléletes görbéket.

BERKES ZOLTÁN

Bacsó munkája egy régen fennálló hiányosság — a léghőmérsékleti szélsőségek országos eloszlása — felszámolását célozza. Az 50 évi észlelések feldolgozása és térképes ábrázolása mellett azonban eredményeit a dinamikus éghajlatlan szempontjai szerint is kiértékeli. Kísérletet tesz a hőmérsékleti szélsőségek kialakulását előidéző sugárzási és advektív tényezők szétválasztására is. Eredményeit hazánk orográfiai viszonyaival, vagyis a helyi szélrendszerrel is kapcsolatba hozza.¹

A gyakorlati mezőgazdaság szempontjából a térképek adatain felül igen becsesek az egyes hőmérsékleti küszöbértékek valószínűségeit meghatározó számgörbék.

Bacsó dolgozata tehát éghajlatunk pontosabb megismerése felé jelent újabb lépést a dinamikus klimatológia szellemében.

KULIN ISTVÁN

Bacsó előadásához agrometeorológiai szempontból kívánok hozzászólni. A meteorológiai elemek közül a növényi és állati életre a hőmérsékletnek és a csapadéknak van a legnagyobb hatása. Fontosságuk sorrendje éghajlati övek és növényfajok, valamint a fejlődési fázisok szerint változik.

Magyarországon a csapadék szélsőségei, mégpedig sokkal inkább a csapadék hiánya, mint túlbősége gyakrabban okoznak kieséseket a termelésben, mint a hőmérséklet szélsőségei. Ennek alapján a mezőgazdasági termelés szempontjából nálunk általában a csapadékot tartják a legdöntőbb időjárási tényezőnek. De nem sokkal marad mögötte a hőmérséklet.

A hőmérsékleti tényező jelentősége hazánkban erősen fokozódott az utóbbi években, amikor több olyan növény honosításával foglalkozunk, amelyek az eddig termesztett növényeinknél nagyobb hőigényűek. Ezek számára a hőmérséklet a csapadékkal egyenrangú tényező, sőt egyes hőigényes, szárazságtűrő, honosítás alatt álló növények, pl. a gyapot szempontjából hazánk-

ban a hőmérséklet a legdöntőbb éghajlati tényező. Ez a tény fokozza Bacsó most ismertetett munkájának jelentőségét.

Hőmérsékleti vonatkozásban a tájtermelés kérdésében azok az éghajlati térképek adják meg az első nagyvonalú tájékoztatást, amelyek az egyes hónapok középhőmérsékleteinek sokévi átlagait tüntetik fel. A korszerű mezőgazdaság finomabb igényeit azonban ezek a feldolgozások nem elégítik ki. A tervgazdálkodás, a mezőgazdasági tudományos kutatás és gyakorlat megkívánja a termelés szempontjából kritikus hőmérsékleti értékek naptári dátum szerint való jelentkezésének és azok gyakoriságának ismeretét is, mert amint tudjuk, egy-egy kritikus hőmérsékleti minimumnak aránylag rövid időn, néha egy-két órán keresztül való jelentkezése is igen súlyos katasztrófákat okozhat a mezőgazdasági termelésben, ugyanekkor a havi középhőmérséklet átlagon felüli, tehát kedvező értéket mutathat.

De nemcsak a hőmérsékleti minimumok kritikus értékeinek, hanem bizonyos nagyságú hőmérsékleti maximumok jelentkezésének dátuma és gyakorisága is érdekli az agronómust. Tavasszal a vegetáció megindulásánál a hőmérséklet a legdöntőbb időjárás tényező és a vegetáció későbbi fázisainak is megvannak a kritikus küszöbértékei. Ezenkívül a különböző rovarkártevők és kártékony gombák fejlődése, szaporodása, rajzása és pusztulása is a legszorosabb kapcsolatban van bizonyos kritikus hőmérsékleti értékekkel. A növényvédelem a rovar és gomba-prognózisok készítésénél és a kártevők elleni védekezésnél tehát szintén igen jól felhasználhatja Bacsó feldolgozásainak eredményeit.

Bacsó a makroklímakutatás szokásos magasságában elhelyezett maximum és minimum hőmérők adatait dolgozta fel és ábrázolta térképeken a klimatológiában szokásos módszerekkel. A valószínűségi számértékek grafikus ábrázolásánál használt könnyen áttekinthető és sokat kifejező izoplétás módszer alkalmazása új. Bacsó munkája és módszere, amelynek az előadás csak egy kis részét ismertette, a többévtizedes hazai éghajlatkutatás igen sok értékes adatát tárja fel a mezőgazdaság számára. Igen kívánatos és Bacsó további tervei szerint nyilván sorra is kerül a talajközeli légtérben elhelyezett radiációs minimum-hőmérők adatainak feldolgozása is.

M. KONČEK

Mi az oka annak, hogy a minimum hőmérsékletek izoplétás ábrázolásában Debrecenben egy hónappal előbb jelennek meg a minimumok?

BACSÓ válasza

A termo-izoplétás ábrázolás a fellépési időszakok hosszúságára is felvilágosítást ad, tehát ténylegesen korábban jelentkeznek országunk északkeleti területein ezek az erős lehűlések és ténylegesen későbbben is végződnek be. Ennek oka főleg az, hogy északkeleti területeink inkább kontinentális jellegűek, és inkább északi hatások alatt állnak, míg nyugati területeink tengeries, nyugati és déli hatásokat tükröznek inkább vissza.

BERÉNYI DÉNES

Az előadás abból a nagyszabású munkából közöl részleteket, amely célul tűzte ki azt, hogy a magyar észlelőhálózatnak a hőmérsékleti szélsőségekre vonatkozó adatait modern eszközökkel feldolgozza és a gyakorlat számára hozzá-

férhetővé tegye. Érdeme a munkának, hogy a hőmérsékleti szélsőségeket dinamikus okokra vezeti vissza.

További érdeme, hogy az átlagértékeken kívül gyakorisági, illetve megközelítéssel valószínűségi értékeket is ad az egyes értékek előfordulására vonatkozóan.

A jelen előadásban ismertetett munka a gyakorlat számára készült. Föltevélezzük tehát, hogy azok, akiknek számára ez készült, alkalmazzák is.

Ezek az adatok támpontot nyújtanak az ország mikroklimatológiai kutatásának továbbfejlesztésére, amennyiben alapot adnak a helyi klíma és az ország mikroklimatológiai felvételezéséhez.

RÉVÉSZ TAMÁS

A középhegységeknél a minimumok eloszlását tekintve azt láttam, hogy az éghajlaton törvényeivel ellentétben a mi középhegységeink nem viselkednek egyöntetűen a minimumokkal szemben, és míg az északi középhegységgrészek, a Bükk és a Mátra viszonylag magas hőmérsékletükkel tűnnek ki, addig a budai középhegység és a folytatásában lévő Gerecse és Vértes csoport igen alacsony hőmérsékletekkel tűnik ki ezen a térképen. Ugyanígy meglepően alacsony minimumot találunk a Duna—Tisza közén. Megkérdezem az előadót, vajjon, az okozati összefüggéseket felderítette-e már! A minimumok térképén azt látjuk, hogy Budapest környékén relatíve magas hőmérsékletű terület van, amelyről nem tudjuk, hogy milyen orográfiai vagy advektív hatásból származik. Én hajlandó vagyok arra a feltételezésre, hogy ez város-klimatológiai hatás.

Szeretnék még egy-két szót szólni a debreceni alacsony hőmérsékletek hosszabb időtartamáról is. Az anticiklonok gyakorisági térképéből kiviláglik az, hogy január hónapban a kontinentális, szibériai, illetve kelet-európai anticiklon óriási, 28 napos gyakoriságú és a következő koratavaszi hónapokban is elég nagy gyakorisággal jelenik meg Kelet-Európában. Ennek a kontinentális anticiklonnak a széle az, amely a kelet-magyarországi alacsony hőmérsékleteket létrehozta.

KAKAS JÓZSEF

Bacsó előadása arra kell, hogy figyelmeztessen bennünket: nem szabad a légkört különválasztanunk a földfelszíntől, attól a felszíntől, amely fölött a talajközeli légtér napi maximális és minimális hőmérsékletei kialakulnak. Ilyen szemléletmód mellett a térképeken mutatkozó ellentmondásokról kiderül, hogy azok csak látszólagosak. A magyarázatot hazánk felszínében és talajminőségében fennálló különbségek adják. Az pl., hogy az évi minimumok az ország északkeleti részén oly erőteljesen jelentkeznek az ország nyugati felével szemben, nem tisztán csak a cirkulációs viszonyok következménye, nem is kizárólag a tengertávolság növekedésének eredménye, hanem a Felső-Tisza-vidéknek e táján uralkodó talajfelszín hatásának tulajdonítható.

Akár a Nyírség homoktakaróján, akár a Sajó—Hernád völgyében lévő feltalajon erőteljesebb kisugárzási lehülés jelentkezik, mégpedig gyakrabban és erősebben, mint másutt, nyáron pedig fokozottabb a fölmelegedés. Ugyanezt a hatást látom jelentkezni abban a tényben, hogy a Duna—Tisza között Budapesttől Szolnok irányában a dunai származású homoktakaróval fedett területen erős kisugárzások vannak.

Magyarország abszolút hőmérsékleti minimuma is az ország homoktakaróval fedett tájáról származik.

A Dunántúli Középhegység táblás, mészkő-romhegységének vidékén, ahol mészkővel vegyesen lekopárosult dolomitfelületek vannak, a láptalajjal feltöltött hideg völgyekben fekvő meteorológiai állomások természetesen alacsonyabb hőmérsékleti minimumokat produkálnak, mint pl. a Mátrának andezit, tufa vagy bazalt felépítésű hegyoldalában vagy ennek lábánál lévő meteorológiai állomások. Ugyancsak völgyi fekvést is kell látnunk a Duna—Tisza között a kecskeméti meteorológiai állomáson vagy Sőregpusztán is. Mindegyik a többé-kevésbé megkötött homoktakaróba vájt szélfújta mélyedésben vagy völgytalpon elhelyezett meteorológiai állomás. Akkor járunk tehát el helyesen, ha a hőmérsékleti adatnak nemcsak számszerű értékét, hanem származási helyét is figyelembe vesszük. Bacsó elvtárs munkája pedig megadja erre a lehetőséget.

DOBOSI ZOLTÁN

Lehetséges, hogy az ország nyugati felében lévő állomások olyan elhelyezésűek, hogy azoknál a minimum emiatt alacsonyabb, mint a keleti hegyek meteorológiai állomásainál.

Felvetem azonban azt a lehetőséget, hogy az ország keleti felében a jóval nagyobb anticiklon gyakoriság együtt jár az ország nyugati felén lévő inverzió gyakorisággal. Ez egyik oka lehet a meleg minimumoknak.

BERKES ZOLTÁN

A felszólalások idáig nem nagyon érintették a hórétég kérdését, amely pedig döntőleg befolyásolja a jelenséget. Az ország északi részén a minimumok erőteljesebben kifejlődhetnek mint más területeken, ahol a hórétég és a havazás gyakorisága kisebb.

Mindehhez hozzájárulnak az anticiklon gyakoriságai, az orográfia, a domborzat felszíni különbségei és a hórétég kialakulása.

BACSÓ NÁNDOR válasza a hozzászólásokra

A felszólalók kiegészítéseikkel pótolták azt a hiányt, amit elsősorban az időhiány okozott előadásomban, mert hiszen nem mondhattam el mindazt, ami száznál több oldalas munkámban van ezekről a kérdésekről. Ebben a munkában én is kitérek a hórétégek kérdésére, kitérek a keleti és nyugati hegységek előterének különbségeire is. Legyen szabad egy félreértést felderítenem: Nem a Dunazug-hegység egy különösen hideg terület, hanem a Vértes, Gerecse és a Dunazug-hegység között lévő mélyebb fekvésű terület a fagyzug. Ennek orográfiai okai a körülvevő hegységekben keresendők.

Köszönöm Takács elvtársnak azt a megjegyzését, hogy ezek távprognosztikai adatok is. Az éghajlat fogalmáról indított legutóbbi vitánk során én is részletesen kifejtettem, hogy ezeket a sokévi átlagokat ne a múltba visszatekintő történész szemével nézzük, mert senki sem arra kíváncsi, hogy 1825. február 7-én mi volt, hanem hogy az adat mit mutat 1953. februárjára.

Az elvtársak felszólalásaikban megemlítették, hogy a régi, tisztán statisztikai feldolgozásokhoz képest haladást jelent ez a munka annyiban, hogy a dinamikus hatásokat, a szinoptikus vizsgálatot nem hanyagolja el, hanem igyekszik a megokolásokat onnan szerezni. Nyilvánvaló, hogy ezeknek a vizsgálata leg-

jobban nem a maximumok maximumának, hanem a maximumok minimumának alapos megvizsgálása útján történhet, amikor is azt vizsgáljuk, hogy miért nem volt olyan erős a felmelegedés valahol, s nemcsak azt, hogy miért volt olyan erős felmelegedés egy másik helyen.

Berényi elvtárs szíves felszólalásával és kiegészítésével teljes mértékben egyetérttek. Ő említette azt is, hogy a munka gyakorlati értékét meg fogja adni a felhasználás lehetősége. Minden remény megvan arra, hogy az elméleti kutatás ma a gyakorlatban alkalmazásra kerül.

Révész Tamás elvtárs említette felszólalásában, hogy a nagyvárosnak a téli hideget jelentékenyen enyhítő hatása nem kétséges. A továbbiakban azonban van egy feltevés, nevezetesen az, hogy ez a nagyváros éppen azért települt ezen a helyen, mert az orográfiai és helyi cirkulációs körülmények kedvező helyzetet nyújtottak neki. Egy nagyváros településének természetesen egészen más, a város-földrajzban részletesen kielemezett okai is vannak, mint pl. védelmi szempontok, forgalom, közlekedés, természetes központi jelleg, stb., de ezeken túl figyelemmel kell lenni a régmúlt időkre, amikor a nagyváros keletkezett és ottmaradt. Miért maradt ott? Valószínűleg azért, mert a klíma, mint az emberi ténykedést, termelést és mindenféle tevékenységet egyik legjobban befolyásoló tényező azt a helyet kedvezően határolta el és akik egyszer odatelepedtek, nem csalatkoztak, mert Budapestnek kedvező klímája van. Véleményem szerint tehát a kedvező klímának is szerepe van egy nagyváros háromezer év előtti megalakulásában és háromezer évig tartó fennmaradásában.

AZ ASZÁLY ELLENI KÜZDELEM TALAJTANI SZEMPONTJAI

FEKETE ZOLTÁN

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

Hazánkban régen az a helytelen vélemény volt elterjedve, hogy az aszály kizárólag a talajra hulló eső mennyiségétől függ. Az elég régen pontosan regisztrált meteorológiai feljegyzésekből állították össze a hazai aszálykárokra vonatkozó gyér összefoglaló megállapításokat. Mivel valóban legszárabb tisztántúli területeinken vannak a legnagyobb aszálykárok is, ez sokáig valószínűnek látszott. Az első világháború idején azonban már hallunk olyan megjegyzéseket is, hogy Tiszántúl azonos csapadékú részein a legnagyobb aszálykárok idején bizonyos területeken aszálykárok nem tapasztalhatók. Ezek a területek a magasabb löszhátak mezősi talajú fennsíkjai. A védekezés kérdése ebben az időben még teljesen valóságosnak látszott. 1925-től kezdve Kaán Károly kimutatta, hogy erdősítéssel lehet olyan mikroklímaváltoztatásokat létrehozni, melyekkel az aszálykárok is csökkenthetők. 1932-től kezdve Kund Ede bebizonyítja, hogy mind az aszálykárok, mind pedig a belvízkárok a talaj rossz vízbefogadóképességére vezethetők vissza. Mindkettőnek okozója az, hogy a felületen folyik el a lehulló csapadék vízmennyiségének nagyrésze. 1936-tól kezdve Kreybig Lajos a talaj vízgazdálkodásában és a sekélyen meghúzódó talajhibákban látja az aszálykárok lényegét. Ugyanebben az évben Endrédy Endre szélesebb körben meghonosítja a vízkapacitás és hervadáspont méréseket és tanfolyamon tudatosítja ezeket a vízimérnökökkel. 1938-ban Mados László már egész részletesen publikálja az öntözés és belvízkárok talajtani alapjait és ezzel helyes irányba tereli az aszályval kapcsolatos téves véleményeket. 1942-ben Salamin Pál bevezeti a tökéletes vízgazdálkodás fogalmát, mellyel tulajdonképpen a magyar tájak vízgazdálkodási területrendezésének alapjait veti meg. A területről minden káros vizet elvezet, azonban minden hasznosan tározható vizet visszatart. Egyúttal szerves kapcsolatba hozza a terület vízgazdálkodását az öntözéssel is. A vízháztartási egyenletet kibővíti és alkalmassá teszi minden legkisebb hidrotechnikai, vagy agrotechnikai művelet eredményének kiértékelésére. 1949-től kezdve Viljamsz talajtani elméletei széles körben elterjednek és tudatosítják a talaj szerkezetének fontos hatását és a természet átalakításának lehetőségeit. Az azóta rendelkezésünkre álló széles körű szovjet irodalom mindjobban kialakította a magyar szakemberekben

hazánk természetátalakításának lehetőségét és ezzel az aszály elleni küzdelem eredményes megoldását.

Egy nagyobb területegység természetátalakítási terve a következő mozzanatokból áll: 1. az éghajlat átalakítása, 2. a vízrendszer átalakítása, 3. a talaj átalakítása, 4. a növényvilág átalakítása, 5. az állatvilág átalakítása. Az első négy mozzanat okszerű összehangolása visz el bennünket az aszályelleni küzdelem helyes megoldásához is. Mindennek igen sok és döntőfontosságú talajtani vonatkozása van.

Hogy a csapadékviszonyok szerepét a hazai aszályok kialakulásában megvizsgáljuk, fel kell használnunk a Meteorológiai Intézet 50 évi megfigyeléseiből Kulin István osztályvezető által összeállított adatokat. Alföldünk nyári átlagcsapadéka a terület zömét kitevő részen 310—330 mm-t tesz ki a különböző állomásokon. Ugyanakkor a Dunántúl nyári átlagcsapadéka szintén a területet legjobban jellemző állomások adatai alapján 350—450 mm. Az Alföld téli átlaga 230—240 mm, a Dunántúl téli átlaga 270—300 mm. Láthatjuk ezekből az új adatokból is azt a jól ismert szabályt, hogy hazánkban a csapadék nagyobb része a nyári félévben esik le. Az aszály szempontjából minket ezek közül az adatok közül főleg az Alföld nyári csapadéka érdekel. Ha az átlagot vesszük, akkor a nyári csapadék az átlagosnál nagyobb terméseredmények kielégítésére elég volna, ha eloszlása kedvező lenne. Természetesen a nyári csapadékhoz hozzájárul még a téli csapadékból a talaj mélyebb részeiben tárolt víz, melynek döntő jelentősége van abban, hogy növényeink átvészelik az aszályt. Az Alföldön a legutóbbi 50 évben Orosházán mérték a legkisebb nyári csapadékot, 1917-ben, 96 mm-t. Ez természetesen teljesen kivételes eset, mert Orosházán a rákövetkező legkisebb nyári csapadékot 1923-ban mérték, 171 mm-t. Az orosházi nyári csapadékok átlaga 310 mm és a medián-érték, amelynél 50% valószínűséggel nagyobb csapadékok hullanak le, de 50% valószínűséggel kisebb csapadékok esnek le, 305 mm. Ha ezekből az adatokból közvetlenül következtetnénk a termésmennyiségekre, helytelenül járnánk el, hiszen a talajra hullott csapadék kb. $\frac{1}{3}$ része ívódik be a talajba kb. $\frac{1}{3}$ része elpárolog és kb. $\frac{1}{3}$ része elfolyik a felületen. Ezenkívül, ha a csapadék nem akkor hull le, amikor gazdasági növényeink stádiumos fejlődésük közben olyan szakaszban vannak, amikor erősen vízigényesek, akkor a növényzet erősen szenved, még ha a nyári félévre az átlagnál sokkal több csapadékot tudunk is kimutatni. Mélyrétegű talajainkon tehát a növények vízigényét általában a téli tárolt csapadék, míg a táplálóanyagok felszívását a művelt feltalajból a nyári csapadék mennyisége dönti el. A másodterméseknél szinte kizárólag a nyári csapadék mennyisége szabályozza a termést. Ha egyes szélsőségesen rossz helyi termővidékeket leszámítunk, akkor hazánk búza termésátlaga 9 q szem és 14 q szalma. A világirodalom szerint 1 kg szárazanyag előállításához általában 300—500 l. víz szükséges. Ezek az adatok magyar viszonylatban is erősen ingadoznak. A legjobb kultúrállapotban levő szovjet talajokon a mienkénél lényegesen több mérés

átlag 300 l. körül ingadozik. Az előbbi búza átlagtermés előállításához 500 l-t véve alapul, 200 mm, azaz kat. holdanként 1150 m³ víz szükséges. 300 litert véve alapul 120 mm, azaz kat. holdanként 690 m³ vízre van szükség. Az általam készült vízkészlet-táblázat tanúsága szerint ezeknél a vízkészleteknél talajaink 2 m mélységű (búza által kihasználható) rétegében e víz-mennyiségnél jóval több szokott lenni mélyrétegű talajainkban.

K. A. Tyimírjavez, az aszály elleni harcról szóló előadássorozatában 1892-ben megállapítja, hogy egy mázsza szemtermés előállításához 100 m³ vízre van szükség. Ez azt jelenti, hogy 10 q/kh terméshez 1000 m³, azaz 174 mm vízre van szükség, míg a nagy termésnek mondható 20 q szemterméshez 2000 m³, azaz 348 mm vízre van szükség. Tanszékünk hosszabb ideje végez vizsgálatokat annak megállapítására, hogy ezek a csapadékban biztosított mennyiségek miért nem állnak a növények rendelkezésére, azaz sok esetben miért nem jutnak be a talajba, vagy ha a talajba bejutottak, akkor miért nem táplálják a gyökereket. A vizsgálatok fényt vetnek az aszály elleni küzdelem talajtani alapjaira, és azt bizonyítják, hogy ha talajainkat gyökeresen átalakítjuk, akkor az aszálykárok nagyrészt máris leküzdöttük. Az aszálykárok leküzdésének talajtani és ezzel kapcsolatos egyéb szempontjai sokoldalú, komplex beavatkozást igényelnek. Kevésféle és össze nem hangolt beavatkozásokkal az aszályelleni harc kudarcot vall.

Az aszály elleni küzdelem legfontosabb feltétele a helyes területrendezés. Salamin Pál már 1941-ben megalkotja a terület helyes vízrendezésének módjait, és 1942-ben a tökéletes vízgazdálkodással kapcsolatos publikációjában már olyan elveket ad, melyekből kiindulva nemcsak pusztán vízgazdálkodási, de talajtani és talajvédelmi szempontból is megállapíthatjuk a helyes területrendezés elveit. Amikor a talajvédelmi gyakorlat számára elkészítettem a hazai talajvédelmi komplexumot, nagyrészt Salamin kutatásaira és megállapításaira támaszkodtam a területrendezésnél. A területet vízgyűjtő medencénként kell rendezni, a látszólag sík vidékeken is. Minden vízgyűjtőt vízvásztó vonal határol el. A vízvásztón belül arra törekszünk, hogy a tavaszi és az őszi vízmaximumok idején lehetőleg a legkevesebb vizet kelljen elvezetni a területről, és a vízminimum idején ne kelljen messziről ideszállítani a drága öntözővizet. A vízvásztó vonalakat hegy- és dombvidéken be kell erdősíteni és így erdőgyűrű veszi körül a vízgyűjtő területet. Lapos tájakon is sok elválasztott vízgyűjtőből áll a felszín, azonban itt nem szükséges a vízvásztókat erdősíteni, legfeljebb sáncolni kell azokat. A vízgyűjtő területeken fontos azok egységes vízháztartásának rendezése. A vízgyűjtő területre lesett csapadék legnagyobb részét a talajban kell tárolni. Van azonban felszívhatatlan vízmennyiségfelesleg is, melynek tárolására több kisebb öntözőtavat kell létesíteni. A terület legmélyebb pontján duzzasztjuk a legnagyobb öntözőmedencét. Olyan területeken, ahol a mezőgazdasági, kertészeti vagy erdészeti művelés alól nem vonunk el értékes területeket, nagyon érdemes a terület vízfeleslegét öntözőtavakban

felfogni. Magyarország azonban túl sűrűn lakott ország ahhoz, hogy ezt általánosíthassuk. Sok vízgyűjtő medencén belül csak igen kis kihasználhatatlan területek (duzzasztott vízmosások, szakadékok) állanak a víztárolás rendelkezésére. A terület legmélyebb pontján olyan jó talajokat találunk, hogy ezeket felszíni tárolókkal nem vehetjük igénybe és ezért a talajban nem tárolható káros vízfelesleget jól tervezett lecsapolórendszerrel gyorsan elvezetjük a felületről. Ezután a lejtőkre merőlegesen erdőpásztákat létesítünk. Lankán 3—400 méterenként, meredekebb lejtőn 2—300 méterenként. Ezek az erdőpászták már meghatározzák a táblák alakját. Egyúttal eldöntik a dűlőutak helyét is. Minél meredekebb a lejtő, annál inkább elnyúlnak a táblák hosszúkásan a rétegvonalakat követően, tehát a lejtőre merőlegesen. A táblák ilyen alakja már meghatározza a talajművelés és a vetés szintvonalak mentén történő irányát is. A területrendezés folyamán ki kell jelölnünk az erdők, gyümölcsösök, legelők és rétek helyét is, a talajvédelmi szempontoknak megfelelően. Ugyanekkor kijelöljük a sáncolandó területeket is, mert a sáncolás mellett, hogy a talaj pusztulását megakadályozza, a talajokban tárolt vízmennyiségeket erősen fokozza. 8—10%-nál nagyobb lejtésű szántóföldeket azonban ritkábban sáncolnak, mert ilyenkor a határozott alakú sáncok gátolják a széles talajművelő és vetőgépek zavartalan munkáját. 8%-nál kisebb lejtésű területeken azonban olyan lapos sáncokat tudunk húzni, melyek a gépesítés elé semmiféle akadályt nem gördítenek. Míg a szántóföldi művelésben a sáncolást igyekszünk más agrotechnikai védelmi módszerekkel helyettesíteni, addig vannak olyan művelési ágak, ahol a sáncolás feltétlenül szükséges, ahol sáncolás nélkül a területrendezés folytán új kultúrákat telepíteni tilos. Ilyen terület elsősorban az erdő. Ha volt szántóföld vagy legelő helyére a területrendezés folytán erdő kerül, akkor az új erdő helyét telepítés előtt okvetlenül durva sáncokkal meg kell sáncolni. Ugyanígy sáncolandó minden új telepítésű gyümölcsös helye is. A szántóföldből legelővé átminősített területeket is először sáncolják és csak azután telepítünk rajta végleges gyeptet. A rétek helyét nem szabad sáncolnunk, mert az a kaszálógépek munkáját zavarja. A szőlőnek ítélt területek sáncolása természetesen felesleges, hiszen a vízszintesen bakhátas művelés a leggondosabb sáncolásnál is jobban véd az erózió ellen. Okvetlenül sáncolnunk kell a be nem erdősíthető vízvásztók helyét. Ezenkívül feltétlenül sáncoljuk lapos területeken a vízállásos, víznyomásos területek környékét, hogy azokra környékükről víz ne folyhassék rá. Nagy táblákon száz méterenként durvább irányúsáncokat húzunk, hogy a traktorosok ezekkel párhuzamosan be tudják tartani a vízszintes művelés irányát. A helyes területrendezés ezen kívül egyes meredekebb dűlőknek előírja a talajvédő vetésforgók elveit is. A talajvédő vetésforgók egyúttal víztároló vetésforgók is, mert megakadályozzák a víznek a felületen való elfolyását.

A helyes területrendezés a terület erős fásításával teljesen átalakítja a vidék talajmenti éghajlatát. A levegő párásabbá válik, a szél ereje csökken, a hó eloszlása egyenletes lesz, és a talaj nedvességtartalma nagyobb lesz. A mező-

védő erdőpászták hatására a területen a talajvíz szintje is emelkedik, ami egy idő múlva már nagy hatással lehet az aszály elleni eredményes küzdelemre. Természetesen előfordulhat az az eset is, hogy a talajvíz erősebb emelkedése csapadékos évek egymás után következése esetén már károkat is okoz. A felületi területrendezést követnie kell az altalaj vízrendezésének is. Azokon a helyeken, ahol a talajvíz túl magas állása egyes években lecsapolható, gondoskodnunk kell a talajvíz lecsapolásáról, még gépi vízemelő berendezések árán is. Ezenkívül meg kell szüntetnünk az Alföld pangó altalajvizeit. Ezek okozzák legnagyobb-részt a szikesedést. Az ilyen altalajvizeket nemcsak lecsapolnunk kell, hanem egyéb talajvíztároló rétegekből vizet kell hozzá vezetnünk, hogy a pangó talajvíz mozgásba jöjjön és a szikesvízű tartály nem-szikes vízzel átmosódjék. Ha ezt egy területen végre tudjuk hajtani, akkor a szikesek javítása, de különösen a szikesek altalajjavítása már nem ütközik nagy akadályokba.

Ha talajainkat át akarjuk alakítani, az aszály leküzdése szempontjából, akkor a következő problémákat kell megoldanunk. 1. Fel kell javítanunk talajaink vízbefogadóképességét. 2. Meg kell javítanunk talajaink vízlevezetőképességét. 3. Meg kell javítanunk talajaink víztárolóképességét. 4. Olyan agrotechnikai módszereket kell bevezetnünk, amelyekkel a talajban található vizet megőrizhetjük.

A talaj vízbefogadóképessége

Hazai talajaink vízbefogadóképessége részben a talajtípustól, részben a kötöttségtől, részben pedig a szerkezettől függ. A vízbefogadóképességet a feltalajba mélyített vascsővel mértük a talajon tartott állandó víznívó mellett. Amikor a talaj vízvezetőképessége állandósult, a kötöttségtől és szerkezettől függően az első táblázatnak megfelelő adatokat kaptuk. A táblázatból világosan látható, hogy a Ka jelzésű oszlopban látható Arany-féle kötöttségi számoktól is függ a talaj vízvezetése, de egyúttal a legfelső sorban található Sekera-féle szerkezetjelző számoktól is. Minden talaj vízvezetőképessége mm/óra értékben a szerkezetének megfelelő oszlopba van írva. A szerkezetek közül 1-gyel jelöljük a legjobb talajszerkezetet, mely petri-csészében, desztillált vízben 10 percig áztatva és utána megmozgatva nem esik széjjel, tehát a talaj morzsáit a víz nem tudja szétiszapolni. 6-tal jelöljük a legrosszabb talajszerkezetet, mely ugyanilyen kezelés mellett teljesen szétfolyik. Ezt főleg szikeseknél tapasztaljuk.

Ha a különböző talajtípusok vízbefogadóképességét nézzük, akkor észrevesszük, hogy az erdőtalajok A-szintje, bár rendszerint laza, mégis igen rosszul veszi be a vizet. A réti talajok legnagyobb része nehéz agyag. A tömött, nyálkás anaerob fekete humusz eltömi a hézagokat és így a talaj nedves állapotban rosszul veszi be a vizet. Ha a talaj száraz állapotban heves záport kap és ez rövid ideig tart, akkor a nagy repedések elnyelik a vizet. A láptalajok általában igen jól nyelik a vizet. A mezősi talajok vízelnyelő képessége erősen függ

szerkezetüktől. A homokos mezősségi talajok kitűnően nyelik a vizet, a vályogosak között azonban az elporladt szerkezetűek a záporok vizét bevenni nem tudják, míg a ritkább jó morzsás szerkezetűek jól elnyelik a heves zápor vizét is. Öntés-talajaink felülete erősen cserepesedő és általában közepes vagy gyenge víz-elnyelő képességűek, a Duna-menti meszes homokok kivételével. Szikes talajaink mind rossz vízbefogadóképességűek. Csak az igen hirtelen rövid zápor vizét tudják a repedések bevenni, mert amint a repedések fala benedvesedik, a bedagadás igen gyorsan létrejön. Mindezeknek a talajtípusoknak vízbefogadóképességét mint már előbb is láttuk, a kötöttség és a szerkezet erősen módosítja.

1. TÁBLÁZAT

Lelőhely	Ka	1	2	3	4	5	6
Móricgát	29	—	—	—	—	219	—
Monostor KGV	31	—	—	—	—	—	9
Nyíradony	34	—	—	—	26	—	—
Nyírbéltek, kastély mellett	35	—	—	43	—	—	—
Nyírbéltek, disznólegelő	36	—	—	—	—	29	—
Keszthely, 423. sz. talaj.....	35	—	86	—	—	—	—
Keszthely, 913. sz. talaj.....	38	—	—	27	—	—	—
Orosháza, Szemenyei D. tanya	39	108	—	—	—	—	—
Szentetornya	41	—	54	—	—	—	—
Sopron, Lőwer-kert	43	—	—	22	—	—	—
Kőhida	45	—	—	—	—	18	—
Orosháza, Feeskés	46	—	—	—	—	—	2
Gyopáros	48	—	—	—	—	—	3
Keszthely, 532. sz. leelőhely	48	126	—	—	—	—	—
Keszthely, 899. sz. leelőhely	48	—	—	17	—	—	—
Velem	52	—	—	—	—	14	—
Kőszegszerdahely	53	—	—	16	—	—	—
Sopron, Klausz-földje	58	—	25	—	—	—	—
Gyopáros, malajos	58	—	—	—	—	—	1

Az 1951-es nyáron a Bakony nyugati felében a talaj szeptemberig a hervadáspontra kizáratt. Decemberig a feltalaj újra benedvesedett. Ez alatt az idő alatt Tapolcán 123, Monostorapátiban, Kapolcson és Dörögdön 120, Vigánton pedig 126 mm csapadék esett le. Az itt található talajok 100 mm csapadékkal történő elárasztás útján a 2. táblázatban BHP rovatban megjelölt mélységig áznak be, cm-ekben kifejezve. Kiszámítottuk, hogy a talajoknak a leesett csapadék hatására milyen mélyen kellett volna beázniuk (BM szám).

A beázás mértékének számított mélysége azonban nem következett be, mert a csapadék egyrésze elfolyt vagy elpárolgott. Az őszi az esőzés beállta után általában hűvös és szélcsendes volt. Ezért az elpárolgás mérve nem lehetett nagy. A friss őszi mélyszántás miatt pedig, mely mind e talajokon végre volt hajtva, az elfolyás nem tehetett ki sokat. A csapadék mégis csak egy esetben, a dörögdi I. sz. talajnál érvényesült 92,6%-ban, a többi esetekben sokkal kisebb mérvű volt a csapadék érvényesülése, így pl. a dörögdi II. sz. szántatlan talajnál csak a csapadék 28,6%-a jutott be a talajba. A táblázatban feltüntetjük az Aranyféle kötöttségi számot K_a , a talaj térfogatsúlyát T_s , a vízkapacitás térfogatszázalékát VK_{tf} , a hasznosvíz térfogatszázalékát DV_{tf} , a holtvíz térfogatszázalékát HV_{tf} és Sekera szerint a talaj szerkezetének állandóságát jelző számot. Itt is látható, hogy a kötöttségtől és a szerkezet tartósságától mennyire függ a csapadék érvényesülése. A dörögdi I. sz. talajon a szerkezet Sekera szerint 2, tehát nagyon jó. Az eső 92,6%-a érvényesül. A vigánti talajon a szerkezet 5, ezért a csapadéknak csak 38,5%-a érvényesül.

A 3. sz. táblázat a kapolcsi I. sz. talajon 1950. októbertől 1951. májusig tartó időszakban a talaj beázás mélységének havonkénti mérési adatait szemlélteti. A táblázat legfelső sora a legutolsó méréstől lehullott csapadékot, a második sor a leolvasás naptári napját, a harmadik sor a mért beázást, a negyedik sor a számított beázást, az ötödik sor pedig az egy hónap óta lehullott csapadék érvényesülését mutatja be. Kiderül, hogy a szeptemberi, októberi csapadék 71%-ban, tehát nagyon jól érvényesül, hiszen a talaj erősen ki volt száradva, és jól itta a vizet. Novemberben és decemberben, részben a szeles időjárás, részben pedig a talaj vízzel való telítettsége miatt a csapadék nem jól érvényesült. Hozzájárultak ehhez a fagyok is. A februári mérésnél az enyhe tél miatt valamivel jobb érvényesülés tapasztalható, hiszen a januári és februári csapadék mennyisége nem volt túl nagy és az őszi nagyobb mennyiségű víz már jól leszivárgott a talajba. Márciusban a csapadék ismeretlen okok miatt jól érvényesült, nyilván az eső intenzitása olyan volt, hogy jól be tudott ívódni a talajba. Az áprilisi csapadék részben zápor alakjában hirtelen hullott a talajra és így érvényesülése gyengébb. Májusban a csapadék érvényesülésére már nem mértékadó a százalékos kiszámítás, tekintettel arra, hogy 1950. talajnedvességéből a következő évre is visszamaradt egy bizonyos mennyiség a mélyebb rétegekben, azért itt a talaj nagyobb nedvessége folytán a beázási mélység rohamosan növekedett. Tovább a beázási mélységet nem is lehetett követni. Ápriliséig tehát kb. 137 cm mélységig a csapadékvíz holtvíztartalomig kiszáradt talajban haladt lefelé. Ennél mélyebben már nem tudta az előző évi növényzet felhasználni a talaj vízkészletét. A megfigyeléseknek az a tanulsága, hogy egy és ugyanazon a talajon az eső eltérő intenzitása, a talaj fagyott volta, a szél erőssége és a talajfelszín pillanatnyi állapota következtében nagyon különbözően érvényesül a talajra hullott csapadék. A téli hónapokban is vannak időszakok, amikor a csapadéknak csak $\frac{1}{3}$ része érvényesül.

Vizsgálataink szerint a csapadék érvényesülésére legnagyobb hatással a talaj felszíni rétegének a vízbefogadóképessége van. Egyes talajtípusoknál, mint pl. erdőtalajok, rétiagyagok és szikesek, annyira rossz szokott lenni a talaj felszínének szerkezete, hogy feltétlenül kémiai talajjavító szereket is kell alkalmazni a felszín megjavítására. Ezeken nagyon gyakori a talajkéreg keletkezése.

A talajkéreg szöges és léces simításokkal, boronálással, vagy más rögtörő eszközökkel aprítjuk fel. Így a nyári félév csapadékát is be tudja venni a talaj. A téli félév csapadékának felvételére az őszi mélyszántás szolgál. Ez 20—30 cm mélyen úgy meglazítja a talajt, hogy az rendszerint tavaszig nem tömődik annyira össze, hogy a tél-tavaszi csapadékot és hólevet ne tudná bevenni. Kivételt csak azok a talajok képeznek, amelyekre előbb kémiai javítás feltétlen szükségességét ajánlottuk. Az őszi mélyszántás lazító hatása azonban tavaszig állandóan csökken. Hogy ezt megakadályozzuk, évente meg kell újítanunk a talaj jó morzsás szerkezetét. Ezt előhántós ekével tudjuk létrehozni. Az előhántó a talaj felső, kérges, de el nem bomlott szervesanyagokban (tarlómaradványok) nagyon gazdag részét 25—30 cm mélyre a barázda fenekére dobja le és utána a fő eketest betemeti a rögöket a mélyebb, omlós, morzsás talajjal. A szervesanyagokban gazdag felső rész tehát olyan mélyre kerül, hogy ősztől késő tavaszig anaerob viszonyok között szervesanyagából a baktériumok aktív humuszt hoznak létre, mely jól összeragasztja és tartósítja a talajmorzsákat. A következő évben a fő eketest már ezt hozza fel és meredek kormánylemezen széjjelomlott morzsákkal takarja be a felszínt. Ilyen körülmények között a szántás hozzájárul a tartósan morzsás szerkezet előállításához, ami a legfőbb feltétele a talaj jó vízbefogadóképességének.

2. TÁBLÁZAT

	Tapolca		Monostor- apáti	Kapolcs		Dörögöd		Vigánt
	I.	II.		I.	II.	I.	II.	
Ka	36	32	33	43	33	42	45	40
Ts	1,5	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5
VK _{if}	32,6	22	26	35	27,7	41,4	32,4	37,8
DV _{if}	20,4	11	14	22,5	16	28,8	16,4	25
HV _{if}	12,2	11	12	12,5	11,7	12,6	16	12,8
Sekera	4	4	4	3	3	2	4	5
Csap.	123	123	120	120	120	120	120	126
BM mért.	46	94	69	31	—	39	21	19,5
BM szám.....	60	111	85	53,5	74,5	42	73,5	50,5
BHP	49	90	71	44,5	62	35	61	40
%.....	76,5	84,6	81,4	58	—	92,6	28,6	38,5

3. TÁBLÁZAT

	1950.			1951.				
	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.
Csapadék	146	67	87	56	52	85	22	81
Nap	22	17	14	—	15	16	25	19
Mért beázás ...	42,9	69,9	78,2	—	107	122	137	163
Számított beázás	60	126	156	—	220	243	281	291
%.....	71	43	30	—	45	65	40	160

A talaj vízbefogadóképességének legfőbb javítója a füves vetésforgó bevezetése. Hunvölgyi és Bányai kutatókkal együtt végzett munkám során kiderült, (4) hogy a füves növényzet minden egyes talajtípusunk szerkezetét javítja. Mások vizsgálatai a füves vetésforgóval kapcsolatban ugyancsak ezt bizonyítják. Ugyanakkor meg kellett győződnünk arról is, hogy a gyepek akkor javítják jól a talaj szerkezetét, ha jól előkészítjük alája a talajt és alaposan megtrágyázzuk. Az Agráregyetem kertjéből, a Budai tangazdaságból, a Vérmezőről, a Városmajori parkból, a Városligetből és a Népstadion küzdőteréről vett talajminták azt bizonyítják, hogy ahol a gyepeket alaposan trágyázták és műtrágyázták, ott talajjavító hatása igen nagy. A rosszul előkészített gyepek azonban a talaj szerkezetét mérhetően nem javítják. Ebből azt a következtetést kell levonnunk, hogy mezőgazdasági gyakorlatunkban is a talaj nagyobb fokú feljavulására csak akkor számíthatunk, ha a füves vetésforgó gyepszakasza alá bőségesen trágyázunk és műtrágyázunk. Ellenkező esetben a gyepek talajjavító hatása mérséklődik.

Összefoglalva: talajaink vízbefogadóképessége a legkülönbözőbb talajtulajdonságoktól függően rendkívül különböző. Emiatt a csapadék eltérő talajainkon nagyon különböző módon érvényesül. Ha a talaj szerkezeti állapota nem kielégítő, akkor egyazon talajon is, különböző hónapokban eltérő vízbefogadóképességeket mérhetünk. Ezért rendkívül fontos, hogy műveléssel, füves vetésforgóval és beteg talajoknál talajjavítással előállítsuk a talaj tartósan morzsás szerkezetét, hogy talajunk a csapadékot minél nagyobb mértékben be tudja fogadni.

A talaj vízlevezető képessége

Bár általában beszélhetünk jó és rossz vízvezetőképességű talajokról, melyek közül a jó vízvezetőképességűek a vizet jól befogadják és jól le is vezetik, mégis gyakori az az eset, hogy a talaj a vizet kitünően befogadja, azonban a mélyebb talajrétegek tömődöttsége miatt hosszabb esőzések után a talaj vízbefogadóképessége sokszor 0-ra csökken és a talaj felületén nagymennyiségű elfolyó víz keletkezik. Ilyenkor a jó vízbefogadóképesség ellenére a talaj víz-

levezetőképessége gyenge. Ezt a jelenséget néha a barázdafenek eltömődöttsége okozza, melyet helytelenül eketalp-betegségnek szoktak nevezni. Ez rendszerint tompa ekével végzett, állandóan ugyanolyan mélységű szántás eredménye szokott lenni. A szántás mélységének változtatásával, vagy altalajtúrással ez a baj eltávolítható. Az altalaj tömődöttsége erdőtalajokon igen gyakori. Itt a laza A-szint alatt 20—25 cm mélységben a tömött B-szint található. Ennek altalajtúrással való fellazítása erősen fokozza a talaj vízlevezetőképességét. Bozsokon agyagos vályogon, melynek Arany-féle kötöttségi száma 48, három egymás melletti parcellán végeztem méréseket. A mérések céljából 2×2 méteres négyzet alakú, deszkával és földtöltéssel védett skatulyát készítettem, és ebbe lajttal annyi vizet hordtam, hogy a talajt a víz 100 mm vastagon lepje el. A műveletlen talajról a víz 59 perc alatt tűnt el. A 22 cm mélyen szántott parcelláról 41 perc alatt, míg a Groffits-féle magyaróvári altalajtúróval 42 cm mélyen megművelt talajról 34 perc alatt.

A réti talajokon is rendkívül jó hatása van az altalajtúrónak, mert a lazításon kívül meg is szellőzteti a mélyebb rétegeket és megszünteti az anaerobiózist. A feltalaj javítására felhasznált mészalajtúrás esetén leszivároghat a mélyebb rétegeket is kitűnően javítja. Rossz szerkezetű mezősegi talajokon is jó eredménnyel alkalmazhatjuk az altalajtúrás. Szikeseken különösen fontos az altalajtúrás, hiszen mély forgatásos műveléssel a szódás altalajt felhoznánk és tönkretennénk vele a feltalajt is. Sekélyműveléssel viszont az altalaj teljesen vízhatlanul összedagad és a feltalaj által bevett csapadékot nem tudja levezetni. Ezért a javítással egybekötött altalajtúrás rendkívül fontos.

Bár a talajok zöménél a mélyebb rétegeket altalajtúróval, forgatásmentesen műveljük, mégis gyakran jó hatással van a talajok vízlevezetésére és vízgazdálkodására a forgatásos mélyművelés. A 40 cm-nél mélyebb forgatásos művelést rigolozásnak, az erre szolgáló ekéket rigol-ekéknek nevezzük. Gyümölcs és szőlőtelepítések előtt, valamint erdősítésnél rendkívül jóhatású a legkülönbözőbb talajtípusok rigolozása. Ilyenkor a felszíni humuszos réteget egy mélyebb szintbe visszük le és így a talajszelvény víztartóképességét is növeljük. A legnagyobb hatást azonban kotortalajoknál tapasztaltam. A Kolon-tó déli részén, a balatoni berkek szélén, vagy a Hanság déli részén rigolozással összekeverték a meszes, agyagos lápfeneket a tőzeges, kotus feltalajjal. Ezzel a mezősegi talajokéhoz hasonló termékenységgű és kitűnő vízgazdálkodású talajokhoz jutottak.

Az altalaj művelésén kívül igen nagyjelentőségű az altalajjavítás. Ezt erdőtalajoknál és réttalajoknál, az altalaj meszezésével lehet elérni. Ilyenkor a meszet mélyen leforgatjuk, majd altalajtúróval az altalajba keverjük. A legnagyobb fontossága a szikes altalaj kémiai javításának van. Általábanvéve a szikeseeknek csak a feltalajt szoktuk megjavítani és a kémiai javítóanyag hatása csak igen lassan halad lefelé. Ennélfogva a megjavult szerkezetű feltalaj hamar telítődik vízzel, mert a vízátnemeresztő szikfolt nem enged le egy csepp vizet sem. A szikes talaj megjavításának módjai még kevésbé ismeretesek.

Tiszapalkonyai fásításommal kapcsolatban egymástól 3 m távolságban a bagger három árok alakjában áttörte a szikfokot az erdőpászta helyén. A fák a visszahányt földbe kerültek. A visszahányt földben megszűnt az egységes szikfok, és a csapadék lejut az altalajba, a fák gyökereihez. Azt javaslom tehát, hogy a szikes területeken kábellerakó talajfűrészsel, réselőgéppel, vagy vakondrénekével egymástól 5 méterenként törjük át a szikfokot, és esetleg alkalmazunk gipsz-port, vagy más talajjavítószer, miáltal legalább pásztásan megszüntettük a vízzáró réteget, mely igen sekélyen helyezkedik el a felszín alatt. Ilyen körülmények között az altalaj feljavítása helyes növénytermesztéssel már könnyebben hajtható végre.

Végül az altalajjavítás legfontosabb eszköze a mélygyökérzetű növények beiktatása a vetésforgóba. Orosházán a Nagy Tehén-legelő Gyopáros felé eső részén a mezőgazdasági használatba vett részen egyező magasságban egyező természetű szikes altalajú földeket találtam. Ezekben a termőréteg mélysége 40 cm körül volt. Az Arany-féle kötöttségi szám 46. Kiválasztottam 3 párhuzamos egymásmelletti parcellát. Az egyik igen rossz kultúrállapotú volt, mely gyakran maradt parlagon és általában búzát, ritkábban kukoricát termeltek rajta. Ezen a vízvezetőképesség 6 mm/óra volt. A második parcellán általában búza, kukorica vetésforgó ment, de két évvel a vizsgálat előtt egyízben szöszös bükköny volt rajta. A kukorica mély gyökérzete és a szöszös bükköny talajjavító hatása határozottan észlelhető volt, mert vízvezetőképessége 8 mm/óra. A szemre is legjobb parcellán, búzán és kukoricán kívül somkórót, szegletes ledneket, és a legutóbbi évben napraforgót termesztettek. A kukorica, somkóró és napraforgó mély gyökérzete minden kémiai javítás nélkül már annyira átalakította az altalajt, hogy vízvezetőképessége 11 mm/óra volt. Ez azt jelenti, hogy kémiai javítószer alkalmazása nélkül tisztán mélygyökérzetű növényekkel majdnem kétszeresére emelkedett a talaj vízlevezető képessége. Más példákából is láthatjuk, hogy a kukorica, szudáni cirokfű, somkóró és napraforgó gyökérzete feljavítja az altalajt. Ahol a feljavított szikeseken már megterem a lucerna is, ennek altalajjavító hatása különösen jól észlelhető. Láthatjuk tehát, hogy a szikesek altalajának feljavítása nem reménytelen. Altalajjavítás nélkül e talajok víztárolása még felületi javítás esetében is olyan csekély, hogy a növényzet szárazabb években feltétlenül aszályokkal küzd.

Víztároló képesség

Homokokon gyakran tapasztaljuk, hogy a feltalaj vízbefogadóképessége jó, az altalaj is jól levezeti a vizet, de az egész talajszelvény víztárolóképessége olyan csekély, hogy aszály esetében a növények szenvednek rajta, hacsak nem áll a talajvíz magasan. Minél agyagosabb a talaj, annál nagyobb a víztárolóképessége. A víztárolóképességet különösen a humusz mennyisége fokozza. Ezenkívül természetesen a termőréteg vastagsága is döntő a víztárolóképesség-

ben. Ha a termőréteg vastagsága csak 40 cm, akkor ez 80 mm-nél több hasznosítható csapadékot semmiképpen nem tud raktározni. 80 cm mély termőréteg már 160 mm hasznosítható csapadékot is raktározhat. 120 cm mély talajréteg maximálisan 240 mm hasznosítható nedvességet bocsát a növények rendelkezésére, tehát átlagosnál nagyobb termést el tud látni vízzel. Talajaink elég nagy százalékánál a termőréteg elég mély volna víztárolásra, de a talaj rossz vízbefogadóképessége és rossz vízlevezetőképessége miatt nem jut elég víz a talajba. A talajvédelmi intézkedések különösen alkalmasak arra, hogy az ilyen talajokba belekényszerítsék azt a vízmennyiséget, aminek tárolására képes. A lejtőkön való vízszintes irányú szántás és vetés a szovjet rendszerű bakhátas szántás és az Egerszegi-féle ormos-szántás, mely a lejtőkre merőleges sorokat képez, a kapások vízszintes bakhátakban való töltögetése, a szőlő vízszintes bakhátas művelése, a szalagos vetés, a talajvédő vetésforgó és a lejtőre merőleges erdőpászták mind visszatartják a lejtőről lefutó vizet, tehát bekényszerítik a vizet a talaj tározó terébe. Nagyon fontos ebből a szempontból a sáncolás is. Sajnos hazánkban kedvezőtlen hangulat fejlődött ki a sáncolással szemben, mert ezt túl mechanikusan hajtották végre. 1951. tavaszán Bán Mihály F. M. osztályvezetővel, 1951. őszén Bóna József, Fekete Adorján és Sátoriné társaságában, 1952-ben pedig magamban végigvizsgáltam az eddig végzett sáncolásokat. A sáncolásoknak több hibája észlelhető. Szántóföldi területen a sáncok túl közel vannak egymáshoz, A tinnyi sáncolások szélén az egyik visszahajló sánccvégződés több, mint 50 m hosszú lejtő vizét fogja fel, és bár készítése óta két felhőszakadás-szerű zápor is volt, sánccárka még sincsen feltalajjal feltöltve, sem pedig nem rongálódott meg a benne álló víztől. Sok egyéb megfigyelésből is feltehető, hogy a sánc távolságot sok helyen 30 m-nél távolabbra is kitolhatjuk. Itt részben a talaj vízbefogadóképessége, részben pedig a termőréteg mélysége a döntő. Hosszantartó esőzések esetén a legkitűnőbb vízbefogadású talaj is telítődik vízzel, ha sekély és így a sáncok már nem bírják befogadni a beléjük került vizet. Sekély termőréteg, vagy a talaj nagy kötöttsége esetén ezért lejtős sáncokról és vízlevezetésekről kell gondoskodni. A gyümölcsöket lehet sűrűn sáncolni, de ilyenkor törpe-sáncokat kell készíteni, mert teljesen felesleges, hogy sűrű sáncolásnál ugyanolyan mély sáncokat készítsünk, mint ritka sáncolásnál. A törpe sáncgerinceken máris meg van rigolozva a föld és így a rigolozás költsége elesik, a vízvisszatartás költsége pedig erősen feljavul.

Sok talajba hiába kényszerítjük be a vizet, mert a talaj víztároló képessége kicsi és ezért a víz lefolyik az altalajba, és bejut a talajvízbe. A vízzel együtt lemosódnak az értékes táplálóanyagok is. Ez főleg homok és kavicstalajokon fordul elő. Homoktalajokon azért a keszthelyi Georgikon-majorban 1946 tavaszán a talajba a szokásos szántási mélységnél mélyebben bekevert tőzeggel sikerült a rossz víztartó képesség által is fokozott aszálykárokat az 1946—47—48 és 49-es években csökkentenem. Az altalaj humuszban való gazdagításának rendszerét azonban Egerszegi Sándor kutató dolgozta ki. Az ország több részén

45 cm mélységben rigol-ekével komposztos trágyát szántott alá, és így egy komposztréteget hozott létre. A komposztréteget minden trágyázás alkalmával magasabban, azaz sekélyebben rétegezi be és amikor eljut a feltalajba, már közönséges istállótrágyával kezeli a szántott réteget. Az általa aljtrágyázásnak nevezett módszer víztároló hatása különösen az 1952-es aszályos évben mutatott kitűnő eredményeket. Az altalaj humuszban való gazdagításához ezért kell felhasználnunk az olcsón, nagymennyiségben található szervesanyagot. Ebből a szempontból a tőzeges komposztok kitűnőnek bizonyulnak, de lehet az is, hogy a jövőben majd lignitet, csériszemetet, stb. olcsó szervesanyagokat tudunk a komposztokhoz keverni. Egerszegi éveken keresztül kísérletezett olcsó alapanyagú komposztokkal, melyek közül a komposzt-fekolit nevű trágyája érdemel említést. Erdélyi László is készített jó tőzeges komposztokat, Ács Tivadar pedig lignitből való komposztkészítéssel kísérletezik.

A humuszban szegény altalajú homokba azonban roppant mennyiségű szervesanyagot kellene bevinnünk, hogy a talaj humusztartalmát akár csak 1%-kal is növelhessük. Ilyen mennyiségű komposztok beszerzése kivihetetlen, nem beszélve arról, hogy csak a szállítási költségek is rengeteg pénzbe kerülnének. Az altalaj humusztartalmát pedig a 4. táblázatban összefoglalt vizsgálataink alapján igen lényegesen fel kell emelnünk, hogy a talaj hasznosvíz készlete (DV_{tf}) emelkedjék. Ilyen nagymennyiségű humuszt csak gyökerek útján tudunk a talajba juttatni. A mélygyökérzetű és dúsgyökérzetű növényzet gyökérrendszerének kifejlesztését azonban határozottan elősegíti az altalaj komposztosítása. Így az altalajba vitt komposzt, pl. aljtrágya csak megindítja az altalaj humuszban való gazdagítását, de befejezni nem tudja. Az altalajban levő gyökérzet serkentésére 1944. évben végzett keszthelyi befejezetlen kísérleteink is mutatnak, mert a várpalotai lignit porának hatására és foszforsavas trágyázás hatására a gyökérzet erősen kifejlődött. A gyökérzet serkentését még alaposan át kell tanulmányoznunk, hogy az altalaj humusztartalmát ezáltal erősen fokozhassuk. A 4. táblázatból jól látható a humusz fokozásának hatása, a talaj vízgazdálkodására. Az utolsóelőtti oszlopban látható, hogy 100 mm vízoszloppal való benedvesítés sekélyebbre hatol a humuszosabb talajban, tehát ugyanolyan termőréteg mélység esetén a talaj több vizet tud tárolni. Az utolsó oszlop megmutatja, hogy 150 cm mély talajréteg, melyet általában gazdasági növényeink jól kihasználják, hány mm csapadékot tud az illető talajban tárolni.

Ha sok vizet kényszerítünk a talajba, a rossz víztárolású talajokból leszivárog a talajvízbe, melyet erősen megnövel. Több esős év után az Alföld peremhegységeinek és kisebb részben a Kárpátoknak vízmennyisége is növeli az Alföldön a talajvízkészletet, ami pl. 1940—41-ben nagy belvízkárokat okozott. Ezért, ha két egymás utáni évben nagyobb csapadékot kaptunk, meg kell változtatnunk a vetésforgót és nagy vízfogyasztású növények termelésére kell átállnunk, hogy a talaj vízkészletét kellőképpen kimerítsük és leszivárgásra ne hagyjunk vizet.

4. TÁBLÁZAT

	K _a	Hum	HV _S	DV _S	VK _S	DV _{tf}	100 mm	150 cm
Nyírbéltek Zámbó-föld . . .	28	1,8	4	8	12	13,6	73,5	204
Nyírbéltek, Ny. bejárat . .	30	2,6	4	9	13	15,3	65,3	230
Sopron, Ágfalvi-út . . .	37	2,2	4,5	10,5	15	17,8	56,2	272
Sopron, Hakstok-kert	37	6,5	10	17	27	25,5	39,2	383
Pusztaföldvár, Szikora	49	3,6	15	15	30	21	47,6	316
Orosháza, Kakasszék . . .	48	6,9	15	18	32	25,2	39,7	378
Orosháza, Kardoskút . . .	53	2,1	27	9	36	13,5	74	203
Csorvás, Nagy tanya . .	52	6,1	17	17	34	25,5	39,2	383
Kőszegszerda- hely, Velemi cseresznyés . .	53	1,8	20,0	14	34	21	47,6	316
Kőszegszerda- hely, falu fölött	53	2,6	16	16	32	24	41,6	360
Izsák, Kolon-tó	kótu	22	95	46	141	50	20	750

Vizmegőrzés

Hiába tárolunk nagymennyiségű vizet a talajszelvényben, ha a túlzott párolgás és gyomosodás folytán az haszontalanul elvész. Egerszegi megállapította, hogy az agyagokon kívül a vályogok, könnyűvályogok és kotuk is minden esetben vertikális repedésekkel száradnak ki és ez a vertikális repedések útján való száradás a könnyű talajnemekben is sokkal erőteljesebb, mint a horizontális rétegenként való párolgotatás. Ez különösen indokolja a tavaszi símitást, a tarlólántást és a hántott tarló többszöri símitását, hogy a repedéseket betömjük. A repedések gyakran csak 1—2 mm szélesek. Az olcsón beszerezhető nagymennyiségű szervesanyag, mint egyes helyeken a tőzeg vagy lignitpor talajra szórása (mulcsozás) is igen nagy mértékben véd a talaj nedvesség-készletének elpazarlása ellen. A talajnedvesség megóvása annyira ismert, hogy ezt nem részletezzük, de ez nem jelenti nagy fontosságának lebecsülését.

Megállapítottuk, hogy hazánkban a csapadék rendszerint elégséges nagy termések elérésére. Ha a csapadék érvényesülését a fent leírt módokon növeljük, akkor hazánkban az aszálykárokat igen nagy mértékben csökkenteni fogjuk.

IRODALOM

1. *P. P. Mazsárov* : *Harc az aszály ellen*. Athenaeum, 1950.
2. *Kreybig Lajos* : *A talajok hő- és vízgazdálkodása*. Mezőgazdasági Kiadó 1951.
3. *Salamin Pál* : *Tanulmány a belvizrendezés kérdéséről*. Hidrológiai Közlöny, 1942.
4. *Fekete Zoltán, Hunvölgyi Emilia és Bányai Magda* : *Füves vetésforgó talajtani hatásának vizsgálata friss gyeptöréseken*. Kert- és Szőlőgazdaságtudományi Kar Évkönyve, 1950.
5. *Fekete Zoltán* : *Vízkeszlet és vízhiánymeghatározások magyar talajokon*. Kert- és Szőlőgazdaságtudományi Kar Évkönyve, 1951.

HOZZÁSZÓLÁSOK

SALAMIN PÁL

Fekete Zoltán előadásában az aszály elleni küzdelemmel foglalkozva igen helyesen a mezőgazdasági vízgazdálkodás teljes területét vizsgálta. Mindazok a területrendezési és talajjavítási eljárások, amelyeket bemutatott, egyaránt jelentősek a szárazgazdálkodás és a vízgazdálkodással egybekötött gazdálkodás szempontjából. A hasznos vizek maradéktalan visszatartása, a káros vizek idejében való elvezetése, a talaj vízbefogadó-, vízvezető- és víztározókéességének javítása alapja egyrészt az aszály elleni küzdelemnek és ugyanakkor a korszerű belvízrendezésnek, lecsapolásnak és öntözésnek, azaz alapja a térben és időben minden hidrológiai jelenségre kiterjedő egységes vízgazdálkodásnak.

Ezen egységes vízgazdálkodás megvalósításának ma még *számos akadálya* van. Hozzászólásomban kutatásaim alapján egy-két ilyen akadályt emelek ki, rámutatva az elhárítás lehetőségeire.

Az egyik ilyen akadály a *területrendezési tervek* kidolgozásának, a *területrendezési tervezési irányelvek* közreadásának hiánya. A korszerű területrendezés során tulajdonképpen egy viszonylag merev rácsot létesítünk. Ennek a rácsnak mindkét irányú alkotói hosszú időre telepített elemek: fasorok, öntözőcsatornák, belvízcsatornák, magasabb és alacsonyabbrendű utak képezik. Ezeknek az elemeknek a magyar Alföld kisformákban gazdag felszínéhez, a homokdombok hullámaihoz, az árterületek holtágaihoz, holttereikhez, egyenetlen felszínéhez, a lösztáblák bevágódásaihoz kell igazodniok, figyelemmel a hidrológiai és meteorológiai követelményekre és az agro- és hidrotechnikai szempontokra. Az elemeknek mindezek figyelembevételével nélküli telepítése évtizedekre akadálya lehet a gazdaságos termelésnek, a takarékos vízgazdálkodásnak, a mezőgazdaság gépesítésének, a rács alkotóin belüli észszerű táblásításnak.

A rácsrendszer megtervezése tehát felelősségteljes munka — s miután hazai viszonyok között az elvek még nem kristályosodtak ki teljesen — nehéz munka is, amelynek elvégzéséhez az említett elvek összeállítása nélkülözhetetlen. Számos elszigetelt vizsgálat, amelyet az Agrotechnikai Kutató Intézetek végeztek és az I. sz. Vízépítéstani Tanszéken végeztünk arra mutatott, hogy igen nehéz felszíni és talajviszonyok mellett is megtervezhető a fasorokból, csatornákból, utakból kialakítandó rács úgy, hogy a gazdaságos termelés megvalósítható legyen és ugyanakkor az említett feltételeknek is legnagyobb részben eleget tehessünk. A gyakorlat szakembere számára csak az szükséges, hogy az elszigetelt kutatási eredményeket, kiegészítve a gyakorlatban tapasztalt kedvező és kedvezőtlen eredményekkel, összefoglaljuk és átadjuk.

A másik akadály, hogy nem ismerjük a talaj vízbefogadó-, vízvezető- és víztározókéességének együttes hatását mutató *lefolysási tényezőnek* az egyes hidrológiai hatásokra, valamint az egyes agro- és hidrotechnikai beavatkozásokra bekövetkező megváltozását, azaz az időbeli változását. A lefolysási tényező nem állandó érték, hanem az időben erősen változik, lecsökkenhet zérusra, de ugyanakkor rövidebb időszakokon belül egynél nagyobb is lehet. A lefolysási tényező függvénye az időben többek között a csapadék

mennyiségének, intenzitásának, eloszlásának, a növényzet növekedési állapotának, a talaj kötöttségének, szerkezeti állapotának, a fagyott talajnál a fagy mértékének, a hőmérsékletnek, és így tovább. Ezek az elemek az év folyamán napról-napra, hétről-hétre a legváltozatosabban fejtik ki hatásukat és ugyanezek az elemek évről-évre, évtizedről-évtizedre is változtatják a lefolyási tényező értékét. Beszélhetünk a lefolyási tényező fluktuáló változásáról, de megfigyelhető — elsősorban az agro- és hidrotechnikai beavatkozások útján — a folyamatosan egyirányú változás is.

Fekete Zoltán vizsgálatai szépen mutatják például, hogy egy jó szerkezetű (2-es jelű) talaj 120 mm csapadék 92,6%-át hasznosította, nyelte el, ugyanekkor egy rossz szerkezetű (5-ös jelű) talajnál a csapadéknak csak 35,5%-a hasznosult. A különbség az adott esetben 65 mm volt a jobbszerkezetű talaj javára. A lefolyási tényezőnek ez a nagy változása és a változást előidéző jelenségek szabatos ismeretének hiánya, mind az agro-, mind a hidrotechnikai eljárások tervezésénél, bevezetésénél nagy nehézségeket jelent. Az agrotechnikus nem tudja, hogy a téli tározási időszakban és a nyári felhasználási időszakban a csapadék hogyan érvényesülhet, nem készíthet tehát előre részletes vízháztartási számításokat, nem készülhet fel kellőképpen az aszály elleni küzdelemre. A hidrotechnikus nem tudja, hogy a csapadékból mennyi folyik el, s így nem készíthet szabatos öntözési és belvízrendezési terveket. Különösképpen bizonytalan az agro- és hidrotechnikus a különböző intenzitású csapadékok, a hosszabb csapadékos időszakok talajszerkezetet romboló hatásának, valamint a talajfagy lefolyást növelő hatásának megállapításában. Ezeknek a hatásoknak ismerete szükséges lenne azért is, hogy a közeljövőben nagyobb vízgyűjtőterületeken meginduló lefolyási vizsgálatok elemi jelenségei tisztázottak lehessenek.

A felvetett akadályok megszüntetésére *javasolom* a Hidrológiai és Meteorológiai Kongresszus Vezetőségének, hogy iktassa határozatai közé az alábbi javaslatokat:

1. Javasolom, hogy a Tudományos Akadémia megfelelő osztályai útján szerveztesen egy összetett Bizottságot: klimatológus, geográfus, talajkutató, mezőgazda, tagosító és vizimérnök bevonásával a területrendezés tudományos elveinek kidolgozására és irányelvekként való összefoglalására. A Bizottság munkájában részleteiben és összességében vizsgálja felül rendszeres tudományos kiértékelő munkával a különböző magyarországi domborzati és települési viszonyok mellett a mezővédő fásításnak, az öntözőcsatornák vezetésének, a belvízlevezetőhálózat vonalozásának, a magasabb és alacsonyabbrendű utak vezetésének, azaz a táblásítás keretét képező merev rácsszerkezet kialakításának egész kérdéscsoportját.

2. Javasolom, hogy a Tudományos Akadémia szólítsa fel az illetékes mezőgazdasági kutatóintézeteket az alábbi vizsgálatok elvégzésére:

a) A hosszú időtartamú esők és elöntések talajszerkezetre és ezzel a lefolyási tényezőre gyakorolt hatásának vizsgálata.

b) A talajfagy vízbefogadó- és vízvezetőképessegre és ezzel a lefolyási tényezőre gyakorolt hatásának vizsgálata.

EGERSZEGI SÁNDOR

Az aszály leküzdhető, ha a növény gyökérrendszerének aktív felülete olyan mélységű rétegben fejlődik — a száradás folyamata ellenére — ahol a tápanyag és víz együttesen áll rendelkezésére.

Ennek a célnak elérésére céltudatos kutatómunkával új homokjavítási eljárást dolgoztam ki, melyet a szántott réteg alatti aljtrágyázás rendszerének neveztem el. A térbelileg egymás fölött fekvő szőnyegszerű kolloidos kompozst illetőleg szervesanyag rétegekkel a homok alulról fölfelé történő javításban részesül. A legalsó szerves-szőnyeg 50 cm körüli mélységbe kerül, amely fölé még újabb (2—3) szervesanyag réteget helyezek el a trágya-visszapótlás megfelelő időszakában. Az így kialakított többrétegű koncentrált elhelyezésű szervesanyag a gravitációval szemben jelentős nedvesség-többletet raktároz nemcsak önmagában, hanem a közties homokban is, ezáltal a homok vízgazdálkodása gyökeresen megváltozik. A kedvező vízháztartás előnyösen befolyásolja mind a növény növekedését, mind a talaj és talajközeli — tehát a biológiai élettér — klímáját.

A növény gyökérrendszere az egyes réteget vízszintes irányban áttöri. A gyökérrendszer fiziológiailag aktív felülete így nagymértékben megnövelhető.

A növény víz- és tápanyag ellátottsága a nagy aszály idején is biztosított, a kedvező összhatás következtében. Jellemző erre az 1952. év aszályos nyári évnegyedében elért terméseredmény: az eredeti lazaszerkezetű homoktalajban pl. a seprőcirok magtermése 1,65 q/ha volt 85 cm-es növénymagasság mellett. Ugyanekkor az aljtrágyázott növényállomány magassága 235 cm-t ért el, magtermése 31 q/ha volt. Mindez azt bizonyítja, hogy a termesztés biztonsága megteremthető hosszantartó aszályban is.

Kísérleti eredmények alapján komoly remény van abban, hogy a lazaszerkezetű homoktalajban eddig aszály idején egyáltalán nem termesztendő növények sokaságát sikeresen megtelepíthetjük.

MATTYASOVSZKY JENŐ

Fekete professzor, valamint Salamin Pál kiemelték a területrendezés fontosságát. Ezzel kapcsolatban megemlítem, hogy Budapest környékén, de más hegyvidéki területen is az évszázados művelés folyamán a lejtőhosszban művelt földek alsó végére hordott kövekkel, részben még ráhordott talajjal, terrasz-szerű kiképzések létesültek. Ezek a lejtő meredekségét is csökkentik, megszüntetésük általában nem kívánatos. A területrendezésnek ezekhez a terraszokhoz, mint adottságokhoz kell igazodni.

Fekete professzor az aszály elleni harcban az erózió elleni küzdelem fontosságára is felhívta a figyelmet. Ezen a téren ellentétes felfogásokkal, különböző elképzelésekkel találkozunk. Az intézményes kutatás csak ez év januárjában indult meg az Agrokémiai Kutató Intézetben. Nem tudjuk, hol, milyen fokban pusztultak le eddig talajaink, hol, milyen formában és méretekben tervezzük a védekezést. El kell tehát készíteni az ország eróziós térképét. Ez év végéig ebből a Dunántúlnak megközelítően fele el is készült.

Az aszály elleni küzdelem szempontjából azonban kutatásainknak azok a részei érdekesebbek talán, melyek közvetlenül az eróziós vizsgálatokon kívül általában a talajok vízgazdálkodásával és az elfolyásokkal kapcsolatosak. Az elfolyásra vonatkozó adataink csak előzetes adatoknak tekinthetők. Vizsgálataink szerint 10 évenként várható egyszeri legnagyobb elfolyások különböző talajokon 1 hy 11,25 mm, 2 hy 15,30, 3 hy 17,60, 4 hy 19,20, 5 hy 21,50, 6 hy 22,50.

Ezek az adatok az erózió elleni védekezés megválasztásában vannak segítségünkre. Meghatározzák részben az egyes talajokon alkalmazandó sáncok

egymástól való távolságát is. Segítenek annak elbírálásában is, hogy mikor milyen védekezési módra van szükség. Ez azonban nem elég, ezzel egyidőben kísérleteknek is alá kell támasztani a vizsgálatot. Ezek a kísérletek is folynak az év tavasza óta a herceghalmi kísérleti gazdaságban. Eddigi megfigyeléseink már eddig is egybehangzóan arra mutatnak, hogy hazai természeti viszonyok között pl. a sáncolásra aránylag kisebb szerep vár más növénytermesztési és agrotechnikai módszerekkel szemben, mint egyes külföldi államokban, ahol a nagyobb csapadékinzentiásokból adódó nagyobb elfolyások miatt kell a sáncolásnak a főszerepet juttatni. Nem szabad azonban ebből azt a következtetést levonni, hogy sáncolásra hazánkban nincs szükség. Bizonyos körülmények között feltétlenül szükség van sáncolásra.

Lejtős területeken az elvékonyodott termőrétegen az erózió elleni védekezési eljárások egyszersmind a vízvisszatartásra is irányulnak. Ilyen értelemben a talajvédelem is szerves része a szárazság hatásai elleni küzdelemnek.

BOTVAY KÁROLY

Az Alföld aszályosságával szemben való küzdelem az erdőgazdaságra is feladatokat hárít mind gyakorlati téren, mind pedig az elméleti kérdések megoldása terén. Az erdőgazdaságnak, amely hivatott a mezővédő fásításokkal kapcsolatban az aszály ellen küzdeni, magának is vannak belső problémái az aszályval, illetve a túlságosan sok nedvességgel kapcsolatban, amelyeket meg kell oldani.

Fekete professzor említette előadásában, hogy a mezőgazdaságban, amely egyéves vagy évelő növényekkel gazdálkodik, ha valahol túlságosan nagy nedvesség jelentkezik, akkor ezt a nedvességet nagyon egyszerűen olyan módon tüntetik el vagy hasznosítják, hogy vízkedvelő rostonövényeket termelnek. Az erdőgazdaságok számára ez az út nem járható, az Alföld fásításánál a ma telepítésre kerülő gyorsan növő fafajoknál is legalább negyven év vágásfordulóval kell számolni. Ezért nekünk mind a kevés csapadék, mind a túlságosan sok csapadék szempontjából meg kell vizsgálnunk fafajainkat.

Röviden ismertetni szeretném egy idevonatkozó munkámat, amelyet éppen az Alföld fásításában nagy szerepet játszó akáccal kapcsolatban végeztem. A vizsgálatból az derült ki, hogy az akácra nézve legkedvezőbb az az eset, ha a talajvíz tükre általában 300 centiméter mélységben van. Kíváncsnak tartanám, hogy az ilyenirányú kísérleteket az Alföld fásítása során más fajokkal kapcsolatban is végezzék el.

DVORACSEK MIKLÓS

Az elhangzott előadásban a talajok áteresztő képességével kapcsolatban a talajok szerkezetének ellenállóságáról is említés történt. A talajellenállóság ellenőrzése hazánkban csak az elmúlt években indult meg. Egy-két adatot közlök azok közül, amelyeket 1950-ben és 1951-ben az ország különböző talajain határoztunk meg. A talajok morzsáinak ellenállósága alatt az értendő, hogy a talajmorzsácskák a víz hatására nem áznak el, nem esnek össze. Tudjuk, hogyha az ellenállóság igen alacsony értékű, akkor egy kisebb eső is, vagy esetleg egy öntözés is elegendő ahhoz, hogy a talaj morzsalékosságát tönkretegyje és így egészen enyhe eső is igen komoly eróziós károkat idézhet elő.

Az ország különböző területein, különböző talajokon végzett meghatározások szerint míg az őszállapotú talajok ellenállósága az 50 és 70% között ingadozik, addig ugyanazonokon a helyeken a hosszú évek esetleg évtizedek óta művelés alatt álló talajok ellenállósága nagyon alacsony. Ez 3 és 20 százalék között ingadozik. A talajmorzsák ellenállóságának az emelése az erózió és a nedvesség megőrzése, a talaj áteresztő képességének helyreállításán keresztül igen nagyfontosságú kérdés.

Erre egyik út, amit Viljamsz előírásai alapján az elmúlt években hazánkban is elindítottunk, a herefüveseknek a bevezetése, mert ez a vegetáció az, amely a talajok morzsalékosságának ellenállóságát egyedül képes komolyabb arányokban emelni. Egy kötött agyagon különböző keverékekkel beállított kísérleteknél, ahol a talaj eredeti ellenállósága 20 körüli értéket adott, a két-éves herefüvek hatására ez az ellenállósági érték 30—50-re emelkedett, tehát egyes helyeken több mint 100 % emelkedés történt.

KULIN ISTVÁN

Fekete professzor előadásának jelentőségét elsősorban abban látom, hogy a talajkérdést szervesen bekapcsolja a szárazság elleni küzdelem komplex kérdésébe.

Mint tudjuk, a talaj egyik legfontosabb szerepe a lehulló csapadékvíz tárolása. A talajszerkezet és ezzel párhuzamosan a talaj-vízgazdálkodás megjavításával az emberi beavatkozásnak igen tág tere nyílik a szárazság elleni küzdelemben. A szárazság elleni küzdelem e formája nem olyan hangzatos, mint az öntözés, vagy a mezővédő erdősáv, de van egy igen nagy előnye. Nevezetesen az, hogy mélyreható talajjavítási eljárásokkal, sáncolással, vagy akár csak egyszerű gyakorlati eljárásokkal is a küzdelem e formája olyan területeken is megvalósítható, ahova az öntözővíz nem ér el és amely területek a mezővédő erdősávok övezetén kívül esnek.

A szárazság elleni küzdelem ezen módozatainál igen nagy segítségünkre vannak a különböző éghajlati valószínűségeket feltűntető térképek. Ezek mutatnak rá arra, hogy pl. mennyi csapadékra számíthatunk szélső esetekben, milyen valószínűséggel számíthatunk bizonyos nagyságú csapadék megismétlődésére. Ezeket egyrészt össze kell vetni a talaj vízbefogadó képességével, hogy lássuk: képesek vagyunk-e valamely vidéken az összes csapadékvizet megfogni és tárolni. Másrészt meg kell vizsgálnunk azt, hogy száraz években az összes csapadékvíz megfogásával tisztán a talajszerkezet javítási módszerével képesek vagyunk-e a szárazság felett százszázalékos győzelmet aratni.

Az említett éghajlati feldolgozásnak csak egészen kis részlete van a kezemen. A leszűrt eredmények 190 térképen vannak ábrázolva. Néhány esetet említék csak.

A téli félévi víztárolás: (ezalatt az október 1-től március végéig terjedő 6 hónapos időszakot értjük). Egyes dunántúli állomásokon az átlag pl. 270—280 mm. Az esetek 25%-ában azonban 350 mm-nél több eső esik és szélső esetekben 450, sőt helyenként 580 mm-nél is több hull. A talajtanosok meg tudják mondani azt, hogy akár egy másfél méteres talaj sem képes ennyi vizet tárolni. Az Alföldön pl. az átlag 230—250 mm a téli félévben. Szélső esetekben viszont 100 mm-nél jóval kevesebb esik. Mindenki tudja, hogy ez nem elegendő a növény fejlődéséhez.

Mindez egyáltalában nem jelenti azt, hogy ne azonosítanám magam teljes mértékben az előadó által vázolt irányzattal. Csak rá kell mutatnom

arra, hogy a talajokkal kapcsolatban vannak bizonyos elgondolások, amelyek meteorológiai szempontból nem tarthatók megoldhatónak. Nem lehetséges az összes lehulló vizek tárolása túlnedves téli félévben. Másrészt ha száraz években az összes csapadékvizet megfoglaljuk, akkor sem lehetséges a szárazság elleni küzdelmet százszázalékosan megoldani. Ezt azért kell kihangsúlyozni, mert néhány évvel ezelőtt nem az előadó, hanem mások részéről elhangzott olyan kijelentés, hogy a szárazság Magyarországon nem csapadék-kérdés, hanem tisztán talajkérdés.

HÉDER ISTVÁN

Fekete professzor értékes előadásával kapcsolatban különösen a kopár területekkel kell részletesen foglalkozni.

A kopár-kérdés megoldása és így a helyes vízgazdálkodás szempontjából igen fontos a morfológiai kérdések bekapcsolása.

Az eróziós térképekkel kapcsolatban Mattyasovszky kartárs megemlítette, hogy készül egy ilyen térkép. Feltétlenül szükséges lenne a térképen a különböző alapkőzetek kihangsúlyozása.

Amíg a mész és dolomit kopárokon a túlságos vízleszivárgás és elpárolgás kérdését kell megfognunk, addig az andeziten részben védekeznünk kell a túlságos vízelöntés ellen. A vizsgálatok során a homokon és a sziken egyaránt próbáltuk megváltoztatni a talaj összetételét. Itt irányt kell vennünk arra, hogy részint agyagozással, részint komposzt gazdálkodással igyekezzünk a vízgazdálkodást megjavítani. Ilyenfajta kísérleteink folynak dolomiton és mészkőkopáron.

A kopáron a sáncolások kérdése egészen más, mint a mezőgazdasági területeken. Itt sűrű, kifelületű, de meredeken átforgatott apró reliefekkel kell dolgozni. A vízgazdálkodás szempontjából tehát a kopár területekkel éppúgy fokozottabban kell foglalkoznunk, mint ahogyan a futóhomokkal. Éppen ezért tartom jelentősnek Fekete professzor előadását, amelyet mi a kopárok fásításánál szintén értékelünk.

BERKES ZOLTÁN

Fekete Zoltán professzor előadásában megállapította, hogy az országban leeső csapadékmennyiség általában elegendő volna a növények számára. Legfontosabb tehát a talajok víztároló képességének fokozása.

Az Alföld vízháztartására vonatkozó vizsgálatok során kitűnt, hogy a csapadéknak mintegy 15%-a folyik le Szegednél a Tiszába és hagyja el az országot. A csapadék 80—85%-a a párolgás és a transpiráció körfolyamatában vesz részt.

FEKETE ZOLTÁN válasza a hozzászólásokra

A fagyott talaj vízvezetésével kapcsolatos vizsgálatokat a füves vetésforgó vizsgálatokkal kell összekötnünk. Tekintettel arra, hogy Viljamsz megállapításai szerint, ha a füves vetésforgó a morzsákat teljesen kialakította, akkor a jégkristályok nem tudják teljesen kitölteni a nagy üregeket és így abban a folyamatban, amikor a hideg talajra a mélyebb részekből felszállt párák az évi esőnedvességi maximumot létrehozzák az igazán jó szerkezetű fagyott talaj beveszi a hólevet és az esőt.

A hosszantartó esők hatásának vizsgálatát szintén rendkívül fontosnak tartom, tekintettel arra, hogy egészen más problémák lépnek fel, mint a záporokkal kapcsolatban, amivel különösen talajvédelmi szempontból többet foglalkoztunk.

Sem a füves vetésforgó, sem pedig a talajjavítás hatását nem lehet igazán jól kiértékelni akkor, ha nem nézzük a vízgazdálkodás fejlődését, illetve megváltozását.

A Területrendező Bizottság megszervezését fontosnak tartom.

Elismerem, hogy a szikjavítás távlati tervének elkészítése szintén fontos, bár kétségtelen, hogy nehézségekbe ütközik, mert még az egyes szike típusok, így pl. a szódás szikések gazdaságos javítása attól függ, hogy a borsodi gipszbányák feltárási üteme milyen lesz és hogy az ipar milyen mennyiségeket fog ebből a mezőgazdaságnak átadni. Amíg ezt nem tudjuk, addig a szikjavítások távlati tervét nem tudjuk elkészíteni.

Egerszegi kartárs az altalaj humusztartalmának javítását részletesen kifejtette. Ki kell jelentenem, hogy adatai az aszály elleni küzdelemben roppant érdekesek és ezért nagyon helyesnek tartom, hogy ezt külön ankéton vitassuk meg.

Azokat a feltételeket, amelyeket Mattyasovszky kartárs a felületi kezdeti visszatartásokkal kapcsolatban megállapít, a magyar kutatásoknál sajnos általában nem vették tekintetbe.

Dvoracek kartárs adatai megmutatták nekünk azt, hogy milyen nagymértékű leromlás tapasztalható mezőszégi talajainkkal kapcsolatban is. Ez tehát egyáltalában nem jelenti azt, hogy a mezőgazdasági talaj jó vízbefogadó képességű, amint ezt általában gondolják, amikor a talajminőségekről beszélnek.

Kulin kartársnak olyan adattömeg áll rendelkezésére, amely kétségtelenül megdönti azt az elvet, hogy tisztán talajtani alapon tudnánk az aszály ellen küzdeni. Ilyen szélső esetekben, mint amilyeneket ő felhozott, valóban talajtani alapon sem tudjuk a csapadékot visszatartani, de olyan esetekben sem, mint amilyen 1917-ben Orosházán volt, amikor az Alföld legkisebb nyári minimuma 96 mm volt. Igaz, hogy a rákövetkező legkisebb 1923-ban 174 mm volt. Ez viszont egészen kivételes eset, amikor ilyen kis mennyiség esett le. Ilyen esetekben csak az előző évi csapadék felhasználásával tudunk öntözés nélkül termelni, ha a ta'ajban a következő év számára megfelelő mennyiségű víz maradt.

EGY MIKROKLIMATIKUS JELENSÉG ÉRTELMEZÉSE A TALAJFELSZÍN HŐHÁZTARTÁSA ALAPJÁN

DOBOSI ZOLTÁN

A mikroklimatikus kutatás akkor halad a helyes úton, ha nem elszigetelve, csak a mikrotér jelenségeit figyelembe véve történik, hanem a makroklimával szoros kapcsolatban. Ma már Magyarországról is elég megbízható makroklimatikus ismereteink vannak, amelyekre a mikroklimával kapcsolatos vizsgálatokban támaszkodni lehet. A most bemutatandó vizsgálat a makroklima és a mikroklima sokoldalú kapcsolatainak egyikére vonatkozik.

A talajközeli mikroklima bármely z szintjének $t(z)$ hőmérséklete meghatározható a makrohőmérséklet: $t(200)$ és a gradiens: $\frac{\partial t(z)}{\partial z}$ ismerete alapján:

$$t(z) = t(200) + \int_{200}^z \frac{\partial t(z)}{\partial z} dz$$

A mikrotér tehát ismertnek tekinthető, ha ismerjük $t(200)$ és $\frac{\partial t(z)}{\partial z}$ értékét.

A nedvességre és a szélre a hasonló:

$$e(z) = e(200) + \int_{200}^z \frac{\partial e(z)}{\partial z} dz$$

$$v(z) = v(200) + \int_{200}^z \frac{\partial v(z)}{\partial z} dz$$

összefüggések érvényesek.

Látjuk tehát, hogy a makroklima $t(200)$, $e(200)$ és $v(200)$ elemértékeinek ismerete alapján a mikrotér meghatározásának problémája

$$\frac{\partial t(z)}{\partial z}, \frac{\partial e(z)}{\partial z}, \frac{\partial v(z)}{\partial z}$$

meghatározására korlátozódik.

Munkámban a talajközeli mikrotér hőmérsékleteloszlásával kívánok foglalkozni.

A hőt a talajfelszín adja át a fölötte levő levegőnek. A hő terjedését valamely közegte a hővezetés differenciálegyenlete írja le. Eszerint

$$\frac{\partial t(z)}{\partial \tau} + \frac{k}{c_p} \frac{\partial^2 t(z)}{\partial z^2}$$

ahol k a levegő hővezetési együtthatója, c_p az állandó nyomáson vett fajhője, τ pedig az időt jelenti. Stacionárius esetben a közeg egy pontjában sincsen sem hőfelhalmozódás, sem pedig hőeltűnés, tehát ekkor $\frac{\partial t(z)}{\partial \tau} = 0$, ekkor pedig a levegő hőmérsékletének időbeli szélső értéke van. Ebben az esetben

$$\frac{\partial^2 t(z)}{\partial z^2} = 0$$

ahonnan

$$\frac{\partial t(z)}{\partial z} = \text{konst.}$$

azaz a hőmérsékleti maximumok és minimumok idejében a gradiens állandó érték. Ezt a tapasztalat nem igazolja, ugyanis a mérések szerint a függőleges hőmérsékleti gradiens mind a hőmérsékleti maximum, mind pedig a hőmérsékleti minimum idejében a talaj felé közeledve állandóan növekvő számértékű. A jelenség oka a következő:

Ha feltételezzük, hogy a hő a légkörben kizárólag kicserélődés útján terjed, akkor W. Schmidt szerint bármely z szintben

$$Q(z) = c_p \lambda \frac{\partial t}{\partial z}$$

ahol $Q(z)$ a z cm magasságban levő vízszintes felületegységen az időegység alatt átáramló hőmennyiség, λ a látszólagos hővezetési együttható. A hőáramlás stacionárius voltának feltétele, hogy minden z szintben

$$Q(z) = Q_1$$

legyen, ahol Q_1 a talajfelszín 1 cm² nagyságú területe által a levegőnek percenkint vezetés útján átadott hőmennyiség, azaz a talajfelszín hőháztartásának levegőelvezetési komponense. A következők kedvéért tételezzük fel azt, hogy a

talajfelszín hőháztartásilag homogén — a valóságban nem az — azaz Q_l értéke a vízszintesben mindenütt legyen ugyanakkora. Mivel stacionárius hőáramlás esetében $Q_l = Q(z)$, minden z szintben, kell, hogy λ változzék a

$$\lambda = \frac{Q(z)}{c_p \frac{\partial t}{\partial z}} \dots\dots\dots (1)$$

formula szerint a gradienssel fordított arányban. Tehát a látszólagos vezetőképességnek a talaj közelében történő csökkenése okozza a gradiensnek a mérések által mutatott megnövekedését. Az itt kialakuló viszonyokat jól szemlélteti a következő néhány adat: a 200 cm-es szintben a látszólagos vezetőképesség 0,2—200 gramm $\text{cm}^{-1} \text{sec}^{-1}$ közt vehet fel különböző értékeket. A talajközeli molekulárisan vezető határretegben a molekuláris vezetőképesség (k) a $k = c_p \cdot \lambda$ alapján számítva úgy hat, mintha 0,00021 volna a kicserélődési együttható. Tehát a hővezetés itt 1000—1,000.000-szorosan lassúbb folyamat. Stacionárius esetben (1) szerint ugyanannyiszor nagyobb a hőmérsékleti gradiens ebben a rétegben, mint a 200 cm-es szintben. A makroszinttől lefelé haladva a gradiens folytonosan növekedve veszi fel ezt az értéket.

A mikrotérben, amint láttuk, a stacionárius állapot csak a hőmérsékleti szélsőségek idejében, tehát egész rövid időre következik csak be. Szigorúan véve ennek a térnek is csak egy dz vastagságú részében, mert a különböző rétegekben a szélsőségek fellépésének időpontja különböző. Kérdés, hogyan alakul a levegő hőmérsékleti gradiense a nem-stacionárius esetekben. Ehhez az egyensúlyi hőmérséklet fogalmához kell nyúlnunk. Azt mondjuk, hogyha valamely test ΔQ hőt kap, akkor hőmérséklete emelkedik:

$$\Delta Q = c \Delta t \text{ mértékben.}$$

Ha a hőátadást mint folyamatot vizsgáljuk, tovább kell mennünk. A természetben minden hőváltozást az egyensúlyra való törekvés hoz létre. A test hőegyensúlyban van, ha az általa felvett és leadott hőmennyiségek egyenlők. Ha egy testtel hőt közlünk, hőmérséklete azért emelkedik, mert hőegyensúlyra törekszik, és csak magasabb hőmérsékleten tudja leadni a felvett hőmennyiséget. Ilyen felfogás mellett minden hőfelvétel jellemezhető egy hozzátartozó hőmérséklettel, amely az a hőmérséklet, amelyen a leadott hőmennyiség éppen egyenlő a felvett hővel. Amíg a test hőmérséklete változik, ezen változás közben az egymásután felvett

$$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n, \dots$$

hőmérsékletek egyre jobban konvergálnak a t_e egyensúlyi hőmérséklethez.

A gradiens értékének kialakulásában három esetet kell megkülönböztetni:

1. a délelőtti állapot, amikor a levegőnek átadott Q_1 hőmennyiség értéke növekszik. Ekkor az egyensúlyi hőmérséklet minden szintben nagyobb, mint az aktuális érték, mert valamely talajközeli levegőrészecske mindig több hőt kap, mint amennyit leadni képes. A korábbi, kisebb hőbevitelhez ugyanis kisebb hőleadás is tartozik, ehhez pedig kisebb gradiens is szükséges. Tehát kisebb volt a gradiens az egyensúlyi értéknél. Ekkor pedig a pillanatnyi hőmérséklet is kisebb annál, mert a talaj közelében a gradiens növelése csak a hőmérséklet növelésével lehetséges. Tehát délelőtt a gradiens kisebb az egyensúlyi értéknél.

2. A hőmérsékleti maximum idejében, amint láttuk, a gradiens értéke ugyanakkora, mint az egyensúlyi érték.

3. A délutáni állapotot az jellemzi, hogy Q_1 értéke egyre csökken. Ekkor a hőáram azonban még felfelé irányul. A hőmérséklet csökken, ami csak úgy lehetséges, hogy mindegyik levegőrészecske több hőt ad le, mint amennyit alulról kap, azaz a gradiens nagyobb, mint a pillanatnyi hőfelvételhez tartozó egyensúlyi gradiens.

Az előzőekben feltételeztük, hogy a levegő hővezetőképessége az időben nem változik. Ez a valóságban nem így van, de mivel a kicserélődési együttható értéke adott makroviszonyok mellett egy megadott helyen csak a hőmérsékleti gradienstől függ, nem lehetséges az, hogy annak növekedése a gradiens csökkenését vonja maga után, mert akkor maga is csökkenne, azaz a gradiens növekedése okozza a hővezetőképesség növekedését is (az időben). Tehát fentebbi okoskodásunk minden körülmények között érvényes.

Az éjszakai állapotot nem tárgyaljuk, mivel ekkor a hó terjedése már nemcsak kicserélődés útján megy végbe, hanem a légkör egyes részeinek hosszúhullámú sugárzásforgalma révén is.

Másszóval, a sugárzás közvetítette látszólagos vezetés értéke már nem hanyagolható el, a tömegkicserélődéses látszólagos vezetés mellett ez utóbbi éjszakai igen kicsiny értékei miatt.

Fentebb láttuk, — (1) képlet —, hogy stacionárius esetben

$$\lambda \frac{\partial t(z)}{\partial z} = \frac{Q_l}{c_p} = \text{konst.}$$

ezért bármely tetszőleges két z_1, z szintre áll az, hogy

$$\lambda_1 \frac{\partial t(z_1)}{\partial z} = \lambda \frac{\partial t(z)}{\partial z}$$

azaz a látszólagos hővezetőképességek és a hőmérsékleti gradiensek szorzata a függőlegesben állandó.

Ha feltételezzük, hogy a mozgásmennyiség és a hőmennyiség ugyanazon kicserélődési együttható szerint cserélődik ki, akkor H. Ertel és Prandtl nyomán a kicserélődési együttható értéke :

$$\lambda = \frac{\rho k_0^2 z (u_2 - u_1)}{\log_{\text{nat}} \frac{z_2}{z_1}}$$

ahol ρ a levegő sűrűsége, k_0 az univerzális turbulenciaállandó, u_1 és u_2 a z_1 és a z_2 szintek átlagos szélessége. Látjuk, hogy a kicserélődési együttható értéke a z magassággal egyenesen arányos, egy megadott helyen és megadott makroviszonyok között. Ezért értékét képletünkbe helyettesítve kapjuk, hogy

$$z_m \frac{\partial t(z_m)}{\partial z} = z \frac{\partial t(z)}{\partial z}$$

ahol z_m a makroszint magassága és $\frac{\partial t(z_m)}{\partial z}$ a hőmérsékleti gradiens a makroszintben. Bármely szint gradiense tehát

$$\frac{\partial t(z)}{\partial z} = z_n \frac{\partial t(z_n)}{\partial z} \cdot \frac{1}{z} \dots \dots \dots (2)$$

ahonnan

$$z_m \frac{\partial t(z_m)}{\partial z} = a$$

téve

$$\frac{\partial t(z)}{\partial z} = a \cdot \frac{1}{z} \dots \dots \dots (3)$$

amely érték egyezik a K. Brocks által talált tapasztalati képlettel. Brocks* ugyanis hatalmas megfigyelési anyag feldolgozása alapján azt találta, hogy a légkör legalsó rétegében a hőmérséklet gradiense lefelé haladva nő. A hőmérsékleti gradiens

$$\frac{dt(z)}{dz} = az^b$$

összefüggés szerint változik a magassággal. b értéke nappal jól megközelíti a -1 -et.

* K. Brocks: Über den täglichen und jährlichen Gang der Höhenabhängigkeit der Temperatur . . . Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr 5. 1948.

(2) képletünket integrálva megkapjuk a hőmérséklet magasságbeli változását. Az integrációs határok legyenek z_m és z .

$$t(z) = t(z_m) + \int_{z_m}^z z_m \frac{\partial t(z_m)}{\partial z} \frac{1}{z} dz$$

$$t(z) = t(z_m) + z_m \frac{\partial t(z_m)}{\partial z} \operatorname{lognat} \frac{z}{z_m},$$

$z_m = 1$ téve az egyszerűség kedvéért, kapjuk, hogy

$$t(z) = t(1) + \frac{\partial t(1)}{\partial z} \operatorname{lognat} z$$

ahol $t(1)$ a makroszint hőmérséklete, $\frac{\partial t(1)}{\partial z}$ pedig a hőmérséklet gradiense a makroszintben. Látjuk, hogy a mikrotér hőmérsékleteloszlása stacionárius esetben logaritmikus. A mikrotér bármely szintjének hőmérsékletét kiszámíthatjuk, ha ismerjük a makroszintben a hőmérsékletet és a hőmérsékleti gradienst.

Az a tény, hogy az elméleti úton levezetett képletünk a nappali félnapban jól egyezik K. Brocks tapasztalati képletével, azt is igazolja, hogy azok a feltevések, amelyek alapján ezt levezettük, nappal, ezen kihatásukban, a mérési pontosság megszabta határokon belül érvényesek.

Ezek :

1. A függőleges irányú hőáramlás stacionárius.
2. A hő felfelé csak kicserélődés útján terjed.
3. A mozgásmennyiség és a hőmennyiség azonos kicserélődési együtt-hatólag cserélődik ki.
4. Az aktív felszín hőháztartási szempontból homogén.

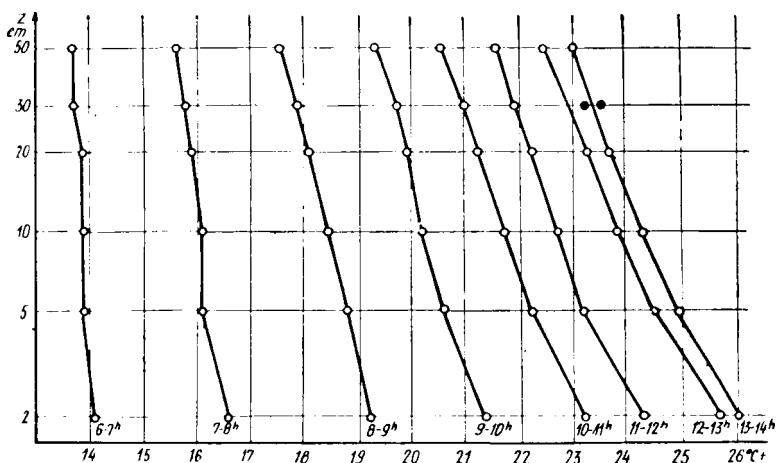
Ezeket a feltevéseket vizsgáljuk meg közelebbről. Az 1. feltevés teljesülése azt mutatja, hogy a stacionárius hőáramlás, amely szigorúan csak délben és csak egy vékony szintben áll fenn, a nappali félnap egész tartama alatt jó megközelítéssel érvényes. A 2. feltétel teljesülése azt mutatja, hogy a nappali félnap folyamán a mikroréteg egyes szintjei közötti hosszúhullámú sugárzásforgalom révén létrejövő látszólagos hővezetés elhanyagolható a kicserélődés okozta látszólagos hővezetés mellett. Éjszaka a tömegkicserélődés együtthatójának igen kicsiny értékei mellett a sugárzásos hőforgalom már számottevő.

A 3. feltevés, amely a mozgásmennyiség és a hőmérséklet kicserélődési együtthatóinak értékazonosságát tartalmazza, szintén csak ebben a vékony rétegben érvényes, mert amint tudjuk, nagyobb távolságokban a mozgási energiának a surlódás és a turbulencia okozta felhasználódása már számottevő és

emiatt az energiának ez a két fajtája már különböző kicserélődési együtt-hatókkal terjed.

A 4. feltevés teljesülése szabja meg kapott eredményünk térbeli érvényességének alsó határát. Brocks tapasztalati eredményei alapján a felső határ messze magasan belenyúlik a makrotérbe.

Az aktív felszín hőháztartási homogénításának feltétele talán csak vízfelszín és teljesen egyenletes hőfelszín fölött van meg, egyéb felszínek fölött nincs, azaz Q_1 értéke horizontálisan változik. Ennek az a következménye, hogy létrejön a termikus konvekció, amely a melegebb talajfoltok fölött kialakuló



1. ábra

meleg és könnyű levegőbuborékok felszállásában és a hidegebb talajfoltok fölött létrejövő leszálló mozgásban áll. A valóságban a mikrotér egyes pontjaiban mért hőmérsékletet az illető pontba érkező hideg, hidegebb és melegebb levegőbuborékok hőmérséklete, illetve ottartózkodásának időtartama szabja meg.

Ezeknek a váltakozó hőmérsékleteknek átlagértéke az, amelyet mi az illető szint hőmérsékletének nevezünk és ez az átlaghőmérséklet engedelmeskedik a logaritmikus eloszlási törvénynek.

A talaj felé közeledve elérkezünk egy határhoz, amely fölött ez az átlagérték még megfelel a logaritmikus eloszlásnak, alatta azonban már nem, mert itt a közvetlen ottlévő hidegebb vagy melegebb talajfolt hatása kezd érvényesülni. Ennek a határnak, amelynek magasságát az illető felszín termikus érdességének nevezzük el, a létezése az illető felszín termikus inhomogenitásának a következménye, magassága, tehát a termikus érdesség ettől az inhomogenitástól függ, és így a konvekció termikus komponensének erőssége segítségével jellemez-

hető. Láthatjuk, hogy ez igen fontos jellemzője a mikroklimának, nemcsak a logaritmikus törvény érvényességére való hatása miatt, hanem azért is, mert ezzel a termikus konvekció élénksége jellemezhető, amely pedig befolyásolja a hőmérsékleti gradienst és ezen keresztül a hőmérsékletet is. K. Brocks által feldolgozott anyagban egyetlen egy olyan mérési sorozatot ismertet, amely annyira megközelítette a talajfelszint, hogy belőle a termikus érdesség értékére következtetni lehet. Ezeket a méréseket a jelenlevő A. Mäde elvtárs végezte Münchebergben növényzetnélküli csupasz szántóföld felett. Az észlelések eredményeit a mellékelt ábra mutatja. Az ábra görbéi 24 augusztusi nap észleléseinek középértékéről készültek.

A mérőműszer vékonyszálú ellenálláshőmérő volt. Az ábra függőleges tengelyén a magasság látható logaritmikus skálában, a vízszintes tengelyén az idő szerepel lineáris beosztásban. Az ordináta logaritmikus beosztása azért előnyös, mert a hőmérséklet a magasság logaritmusával lineárisan függ össze, tehát abban a rétegben, amelyben a hőmérsékleteloszlás a logaritmikus törvénynek engedelmessé válik, a kapott vonalaknak egyeneseknek kell lenniük. Látjuk, hogy az ábrán ez 5 cm fölött tényleg így is van, de 5 cm alatt már majd minden órában magasabb hőmérsékleteket mértek, mint a logaritmikus hőmérsékleteloszlásból következnek. Ebből látjuk azt, hogy a termikus érdesség szintje 5 cm alatt fekszik. Azt, hogy pontosan hol, a mérésekből nem lehet megállapítani, mert amint Mäde elvtárs szóbelileg közölte, a legalsó pont hőmérsékletei a helyes értéknél valamivel magasabbak, ez lehet az ellenállás hőmérő hibája is. A nem eléggé érzékeny galvanométer miatt ugyanis a mérő drótokon olyan áramerősséget kellett át bocsátani, amelynél a keletkező Joule-féle hő már a talajközeli gyenge szél okozta kisebb ventiláció miatt esetleg nem elhanyagolható és így a legalsó szint melegebb hőmérsékletei a műszer ventilációs hibájának is lehetnek következményei. Annyi, amint említettük, mindenestre megállapítható, hogy a termikus érdesség szintje 5 cm alatt van.

Az Egyetemi Légekörtani Intézet Erdőhátpusztai észleléseiből a termikus érdesség értéke csupasz talajon 10 cm körülnek adódott. Berényi Dénes Debrecenben 15 cm-es magasságban találta meg ezt a szintet.

Eredményeinket összefoglalva: elméleti alapon levezettük a logaritmikus hőmérsékleteloszlásnak K. Brocks által talált tapasztalati törvényét. Az elméleti és tapasztalati képletek egyezéséből kitűnik az, hogy a törvény érvényességének rétegében a nappali félnapban jó megközelítéssel 1. a függőleges irányú hőáramlás stacionárius; 2. a hő csak kicserélődés útján terjed; 3. a hőmennyiség és mozgásmennyiség azonos kicserélődési együtthatóval cserélődik ki. A termikus érdesség fogalmának bevezetésével a logaritmikus törvény érvényességének alsó határa értelmezést nyert.

HOZZÁSZÓLÁSOK

AUJESZKY LÁSZLÓ

Amint az előadásban hallottuk, K. Brocks nevéhez fűződik egy tapasztalati megállapítás, amely azt mondja ki, hogy a mikroklimatikus térnek a függőleges hőfokgradiense nappal közelítőleg fordítva arányos a magassággal, éjjel ellenben a magasságnak az ötödik gyökétől a huszadik gyökéig menő ingadozásokat mutat.

A nappali képlet közvetlenül levezethető a klasszikus Schmidt-féle csere-mozgási elméletből. Ha egyedül csak a kicserélődés működne, abban az esetben ennek a képletnek éjjel is fenn kellene állnia. Mivel azonban éjjel nem áll fenn, nincsen egyéb kiutunk, mint megtenni azt a lépést, hogy kimondjuk: az éjjel folyamán a talajmenti szintek hőviszonyait nem lehet egyedül csak a klasszikus Schmidt-féle elméletből adódó következtetésekkel jellemezni.

Az előadó nemcsak megtette ezt a lépést, hanem még azzal is alátámasztotta, hogy megjelöli azt a fizikai folyamatot, amely a klasszikus elméletnek éjjel való alkalmazásába bonyodalmat visz bele: ez a bonyolító folyamat a hosszúhullámú sugár-kibocsátásban található meg.

BERÉNYI DÉNES

Dobosi Zoltán elméleti úton a Prandtl-féle kicserélődési együttthatónak a hőmérsékletre való alkalmazásával igazolja K. Brocksnak azt a tapasztalati képletét, amely szerint a hőmérséklet a talajmenti térben logaritmikusan változik. Ezzel lehetőség nyílik arra, hogy a talaj közelében mért hőmérsékletből számítás útján határozzuk meg a felszín hőmérsékletét.

Ismeretes, hogy erre vonatkozólag ezelőtt 16 esztendővel Kreutz és Rochweder végeztek kísérletet, akik azonban a felszín hőmérsékletét a felszín fölött és a felszín alatt mért hőmérsékletek korrelációs tényező alapján igyekeztek sokkal bonyolultabb és terjedelmesebb számítás útján meghatározni. Jelentős eredménynek tartom azt, hogy Dobosi Zoltán a mikroklimatológia terén eredményesen alkalmazza ezeket az elméleti fizikai tételeket és a gyakorlatilag már megtalált eredményeket így elméleti úton is igazolja. Különösen fontos ebből a szempontból a felmelegedés és a lehülés folyamatának a hőmérsékleti gradiensekkel való egybevetése és az egyensúlyi hőmérséklet alkalmazása a mikrotérben.

Kutatásainak eredménye egyúttal bizonyíték arra is, hogy a talajmenti térben univerzális kicserélődési állandó van, amit az a tény is igazol, hogy a felszín közelében a hőmérséklet ezen kutatások szerint éppúgy logaritmikusan változást mutat, mint a szélesség. Valószínű tehát, hogy a talajmenti tér vízgőz állapotára is hasonló összefüggések érvényesek.

Helyesnek tartottuk volna azonban, ha bemutatta volna, hogy adott esetekben milyen határok között követi a levezetett törvényt a hőmérséklet eloszlása a felszín közelében. Továbbá milyen méretűek az eltérések ettől a törvénytől, ha a hőmérséklet eloszlását nem a csúcsérték beállításának az időpontjában, hanem attól eltérő időpontban vizsgáljuk. Mik továbbá az eltérések akkor, ha nem pusztán a felszínt, hanem növényzettel borított felszínt tartunk szem előtt.

A. MÁDE

A magam részéről is fontosnak találom, hogy a makroszintből lefelé következtetni lehessen a mikrotérre. Az én kísérleteim és az általuk nyert számeredmények kopár földre vonatkoznak, nem teljesítették tehát azt a követelményt, amelyet Geiger állít fel, hogy pázsitra s még kevésbé azt, hogy valamilyen növényzettel borított területre lehessen alkalmazni őket. Egyetértek azzal a megállapítással, hogy a mikrotérben lévő viszonyoknak bizonyos egységesítése feltétlenül szükséges, hogy a mérésnek egyáltalán értelme legyen. A legkisebb tereknek külön megméréseivel semmire sem mennénk. Annakidején méréseimet úgy végeztem, hogy sok apró mérést folytattam tíz percenként különböző helyeken és hat maximum és hat minimum értékeknek 12-vel való osztása révén nyertem azokat az értékeket, amelyeket felhasználtam. Egy gyorsan regisztráló műszerre volna szükség, amellyel gyorsan végig lehet menni a mérendő terepen, s akkor nem kellene így az egyes adatokból összeállítani azt az eredményt, amely ezután számítás vagy ábrázolás céljára felhasználható. A rajzot illetően nem garantálhatom annak a rétegnek a vastagságát, amelyben a törés létrejött. Hogy ez öt centiméter, vagy tíz centiméter, erre vonatkozólag kötelezőleg semmiféle kijelentést nem tehetek. S annál kevésbé tehetem ezt, mert a mérésre felhasznált ellenállásos hőmérőnek olyan volt a szerkezete, hogy a platina dróthálózat apró fogakra volt felakasztva, amelyet 0,02 ampèr erősségű áram fűtött, ellenben a regisztráló részét öt milliamperes áram fűtötte, pedig eredetileg csak 0,5 milliampèrt lett volna szabad használni, ha kifogástalan műszer állt volna rendelkezésre. Ebből a körülményből kifolyólag 0,2 fokos mérési hiba állhat elő egészen gyenge szélnél, vagy szélcsendnél, míg ha a szél valamivel erősebb, akkor 0,8 fokot is elérhet egy-egy ilyen mérés szummális hibája, amelyet már tekintetbe kell venni. Kérem tehát, hogy az általam nyert számadatokat ne mérlegeljék túlságosan pontosan.

BACSÓ NÁNDOR

Köszönettel fogadva Dobosi elvtárs érdekes elméleti fejtegetését, azt a megállapítást kell tennem, hogy ezekből a kezdeti eredményekből a gyakorlatban hasznosítható következtetés még nem vonható le. Még nem látom, hogyan van lehetőség arra, hogy az ilymódon mért hőmérsékletekből az illető kétméteres szint felett ténylegesen uralkodó hőmérsékletet kiszámítsuk, hiszen az előttem szóló elvtársak egybehangzó véleménye szerint ez csak homogén talajfelszínre — méghozzá a gyakorlatban működő Måde elvtárs véleménye szerint — egy teljesen kopár és homogén egynemű felszínre vonatkozó, csakis elméleti megállapítás. Mint Måde elvtárs megemlítette, a Geiger által felvetett talajfelszíni típusokra sem alkalmazható. Ennélfogva tehát növénytermesztőink, akik a mikroklíma iránt annyira érdeklődnek, egyelőre még nem vehetik hasznát ennek, mert hiszen éppen ott, ahol növény van, a tétel már nem érvényes.

Mindazonáltal igen nagy örömmel kell köszöntenem az eddigi tapasztalati képletnek ezt az elméleti alátámasztását, mert a bonyolultabb viszonyokra, csakis a legegyszerűbb viszonyok között talált törvényszerűségek megállapításából lehet elméletileg következtetni. Hiszen a mikroklíma a gyakorlatban éppen ott van, ahol nincs homogenitás. Ha egyszer homogenitás van, akkor az egy igen nagy felületre terjed ki, amit már a legjobb akarattal sem lehet mikroklímának nevezni. Mikroklímának tekintem például egy mélyedés eltérő klímáját a szomszédos sík, vízszintes felszín klímájától, ha az a mélyedés nem túlságosan nagy, tehát pl. nem sok kilométer átmérőjű. Üdvözlöm ezt a gyakorlat szempontjából

kezdeti vizsgálatot mégis, mert a hőcserélődésnek nemcsak a növénytermesztés szempontjából van jelentősége, hanem a levegő szennyeződése és keveredése szempontjából is. Tehát a gyakorlati felhasználást idővel meg fogjuk találni ezen a téren is.

BERKES ZOLTÁN

Rá szeretnék mutatni arra, hogy az alsó kétméteres szint bizonyos ugrást jelent a gradiens viselkedésében, amennyiben felett a szint felett a gradiens nagy magasságig növekszik. Ez érthető, mert a nagyobb magassági szintek hőmérsékleti eloszlását nem az említett tényezők szabják meg. Itt hővezetési tényezőről van szó, amely az alsó szintekben megadja a hőmérséklet eloszlását, azonfelül pedig más tényezők is szerepet játszanak. A végeredmény az, hogy a gradiens felfelé növekszik és amint az elméleti számítás is mutatja, ott nagyjából hasonló képletet vezethetünk le.

HILLE ALFRÉD

Két rövid megjegyzést szeretnék tenni. Az egyik az, hogy a szovjet könyvek, amelyek mostanában hasonló mérésekről számolnak be, általában úgy emlékeznek meg a mikroklimatológiai mérésekről, mint »gradiens mérések«.

Dobosi elvtárs előadása után tisztán áll előttünk az a logikus gondolatmenet, hogy miért érdemi meg ez a szó, hogy mikroklimatológiai méréseket vele foglaljuk össze, mert láttuk a hőmérsékleti gradiensek meghatározásának alapvető fontosságát.

A másik megjegyzésem arra vonatkozik, hogy itt, a mikroklimatológiai térről legalább is a kétméteres nívótól kezdve, úgy emlékeztünk meg, mint egy fellebbezhetetlen és teljesen megalapozott, a valóságnak mindenképpen megfelelő mérési szintről.

Tudjuk, hogy a mikroklimatológiai térben nagy tarkasággal találkozunk, annyira, hogy már feladjuk az apró mikroklimatológiai esetek mérését és bizonyos egységesítésre törekszünk, arra, hogy méréseink kétméteresek legyenek.

Nemrégiben jelent meg Golcman szovjet tudós munkája az erre vonatkozó fizikai mérések módszereiről. Vizsgálatai éppen arra vonatkoznak, hogy a makrotér alján végzett méréseink mennyire megbízhatóak.

A levegő turbulens természete folytán 2 m magasságban egy pillanatban végzett mérésünk, úgy ahogyan szokásosan csináljuk, nem adhatja a levegő hőmérsékletét, sem a nedvességet, mert ha egy érzékeny és renyhesség nélküli hőmérővel mértünk volna, amilyen a villamos platina-hőmérő, sűrű leolvasásokat eszközölve, egy fűrészvonalat kaptunk volna. Golcman azt ajánlja, hogy általában a megszokott aspirációs pszichrométerrel mérjünk három percig és ezalatt csináljunk 10—12 leolvasást, annak vegyűk a közepét és akkor közeledni tudunk ahhoz az értékhez, amely valóságos és jellemző bizonyos térben és időtartam alatt. Az általunk szokásosan elfogadott és az utóbbi módszerrel nyert érték több tizeddel különbözik egymástól és sokszor megközelítheti, sőt néha el is éri az 1°-ot. Golcman szerint indokolt lenne egyszerűsíteni a klimatológiai felméréseket, mert kár a tizedekkel és századokkal vesződni, amikor méréseink sem érik el ezt a pontosságot.

Ha nem fogadjuk is el teljesen Golcman véleményét, célszerűnek tartottam rámutatni, hogy mai módszereink mellett a kétméteres szint nem biztos alapja a mikroklimatológiai méréseknek, csak szükségből, jobb híján tekint-
hetjük annak.

DOBOSI ZOLTÁN válasza a hozzászólásokra

Azt az új gondolatot, hogy a tényleges és nem homogén — vízszintes irányban nem homogén — talajfelszín helyettesíthető egy ezt a talajfelszínt reprezentáló, a valóságban nem létező mesterséges reprezentatív felszínnel, a magam részéről rendkívül termékeny gondolatnak tartom, mert ennek révén a gyakorlat szempontjából jobban megközelíthetjük a kérdést.

Ami azt illeti, hogy a nedvességre és a szélre is kiterjeszthetők a vizsgálatok, ezzel kapcsolatban azt akarom mondani, hogy a kicserélődés a hőmérsékletre csak korlátozva érvényes, hiszen a hó más módon is terjed, mint kicserélődés révén. A nedvesség azonban nem terjed más módon, tehát ezek a megállapítások a nedvességre még fokozottabban és még pontosabban érvényesek, mint a hőmérsékletre. A szél esetében is érvényesek, hiszen a szélnél elég nagy fontossággal bír a mozgásmennyiség, s ugyanazon kicserélődési együttható szerint cserélődik ki, mint a hőmérséklet. Nagyon érdekesnek és jónak tartom Berényi professzor megállapításait a felszín-hőmérsékletre vonatkozólag. Én is teljes mértékben amellettt vagyok, hogy a homogén talajfelszínt a természetben a legjobban megközelíti a vízfelszín vagy valami tökéletesen homogén sivatagi felszín, vagy a hófelszín.

Mäde elvtárs hozzászólásában elmondotta az ő kiértékelési és mérési eljárásait. Miután Mäde elvtárs a platina ellenálláshőmérő mérőtestének fűtéséhez annakidején a megengedettnél nagyobb áramerősséget használt, ez azt jelentette, hogy a keletkező hó erősen felmelegítette a mérőellenállás platina-fonalát és ilyen módon a helyesnél nagyobb értékeket mutatott a hőmérő. Ez hőmérsékleti hibát okozott, amit a szél csökkenteni tudott. Mivel a magasban a szél nagyobb, mint a talaj közelében, a baj itt abból adódik, hogy a hőmérsékleti hiba különböző szintekben különböző volt. A talaj közelében előálló kisebb ventiláció nagyobb hőmérsékletet eredményezett és így a talaj közelében lévő elemek nagyobb felmelegedése ennek rovására is írható. Köszönöm ezt a közlését, amely az ő méréseinek helyesebb értelmezéséhez nagymértékben hozzájárult.

Bacsó elvtárs felszólalásához azt szeretném hozzáfűzni, hogy ezek a megállapítások csupasz talajfelszínre érvényesek, vagy pedig olyan talajfelszínre, amely homogén módon van növényvel borítva, vagy érvényesek hó esetére. Olyan felszín közelében, ahol már állományklíma van, nem érvényesek. Állományklímára nem is akartam vonatkoztatni, ez homogén sík talajfelszínre vonatkoztatott elméleti vizsgálat volt, amelynek csak a gyakorlati próbaköve volt a Brocks által levezetett eredmények sorozata.

A mikroklíma definíciójához én a magam véleményével szeretnék hozzájárulni. Ez szerintem kizárólag megállapodás kérdése, teljesen a megállapodók önkényétől függ. Hogy hogyan helyesebb, arról nem lehet beszélni, legfeljebb arról lehet beszélni, hogy hogyan célszerűbb a mikroklímát definiálni. Véleményem szerint mivel a felszín közelében a kétméteres szintnél a felszín felé haladva az ellenértékek változnak és ezt valamilyen szóval jellemezni kell, célszerű erre használni a mikroklíma elnevezést. Hogy ezen horizontális különbségek is mutatkoznak, ez természetes. A horizontális különbségek egészen különböző méretűek lehetnek. Lehet, hogy két apró kavics hoz létre horizontális különbségeket, s ezek csak milliméter magassági rendre vonatkoznak, de lehet, hogy két tó vagy egy tófelszín és a mellette lévő szárazföldi felszín hoz létre horizontális különbségeket és ez már nagyterjedésű. Tehát itt folytonos átmenet található a legapróbb különbségektől a kontinens nagyságú különbségekig, s ezért kizárólag megállapodás kérdése az, hogy a mikroklímát hogyan definiáljuk.

Hille elvtárs kitért arra, hogy a szovjet vizsgálatok már erősen előnyben részesítik a gradiens meghatározását. Ennek én nagyon örülök, mert ebből azt látom, hogy hasonló utakon haladunk és ilyen módon erről az oldalról is igazolását látom ezen vizsgálati irány helyességének.

Annak érdekében, hogy minél jobban műszeresen is megközelíthessük a rendkívül változó talajközeli hőmérsékletet, mi rendkívül sok mérést végeztünk. Mi is assmannal mérjük különböző szintekben a mikroklímát és tapasztaltuk, hogy egyes adatokat akkor kapunk, ha assmannal hosszú ideig észlelünk és hosszú leolvasások középértékét vesszük. Természetesen ez a gyakorlatban rendkívül nehezen vihető keresztül, mert maga az észlelés rendkívül nehéz és nagy gondosságot kívánó munka. Mi még pontosan nem tudtuk ezt megvalósítani, ezért az assmannos leolvasás helyett most már hajlamosak vagyunk a regisztrálásra való áttérésre. Azonban ennek is megvannak a maga hátrányai és ezeket most próbáljuk leküzdeni.

Hille elvtársnak további megállapítása, hogy a kétméteres szint nem egy olyan fix szint, amelyben minden jó és minden tökéletes adat és ami ettől különbözik, az írható csak a mikroklíma rovására, hiszen a vízszintes talajfoltok nemcsak két méterig, hanem kellő nagyság esetén több kilométeres magasságban éreztetik hatásukat. Ezt is mint egy tényt kell fogadnunk és ez is arra mutat, hogy gyakorlati használhatóság szempontjából a mikroklíma definíciójához valóban megállapodást kell fűznünk. Tehát tisztán megállapodás kérdése az, hogy én a két métert fogadtam el a makroszint határául.

A MAGYARORSZÁGI TALAJOK HŐGAZDÁLKODÁSA

TAKÁCS LAJOS

A szilárd talaj különböző mély rétegeiben megnyilvánuló hőmérséklet-változások törvényeit elsőnek *Wild* orosz kutató és munkatársai tárgyalták a pétervári és a tifliszi obszervatóriumok keretében végzett megfigyelések alapján. Kezdeményezésük nyomán bőséges szakirodalom sarjadt, melynek alapján a legtöbb kérdés elméletileg és általánosságban tisztázódott. Újabban — amióta a természetátalakító tervek megvalósításának hatalmas szocialista munkájából a legkülönbözőbb szaktudományágak is fokozottan kiveszik a részüket — elsősorban gyakorlati vonalon tapasztalható élénk érdeklődés a hazai talajok hőgazdálkodási törvényszerűségeinek megismerése iránt.

Mint ismeretes, a talaj hőmérséklete nem egyenlő (azonos időpontban sem) a különböző mélységű felszíni rétegekben. Ennek következtében hőáramlás indul meg a melegebb rétegekből a hidegebbek felé. Minthogy azonban a talaj a felszínen keresztül állandóan vesz fel meleget a légkör irányából és ad le meleget a légkör felé — a hőmérsékleti egyensúly csak kivételesen és rövid időre jöhet létre a talaj legfelső rétegeiben. A hőháztartás mérlegének ez az állandó, napi és évi ingadozása végső fokon a légkörben lejátszódó fizikai folyamatok következménye. Éppen ezért a talajhőmérséklet elméleti kutatása és gyakorlati vonatkozású talajdonságainak feltárása meteorológiai feladat.

A talajhőmérséklet napi és évi periódusos változásaiban a hőmérséklet (u) a mélységnek (x) és a folyó időnek (t) a függvénye, tehát legáltalánosabb alakban kétváltozós függvény:

$$u = f(x, t) \quad (1)$$

Ez a függvény a talajhőmérsékleti feldolgozások tapasztalatai szerint — különösen sokéves átlagban és nagyobb mélységekben — majdnem tökéletes sinusvonalat adó periódikus gyakorlati függvény, tehát teljesen jogosult trigonometrikus sorral való előállítására:

$$u_x = A_{x0} + \sum_{m=1}^{\infty} A_{xm} \sin \left(B_{xm} + m \frac{2\pi}{T} t \right), \quad (2)$$

ahol A_{x_0} a talajhőmérséklet középértéke az x mélységben, A_{x_1}, A_{x_2}, \dots az egész-, a fél- stb. periódusos hullámok amplitúdói, B_{x_1}, B_{x_2}, \dots a hullámok fázisai fokokban a $t = 0$ pillanatban, T a periódus tartama és $m = 1, 2, 3, \dots$ sorban következő egész számok. A A_{x_m} és a B_{x_m} együtthatók már csak az x mélység függvényei, az időtől függetlenek.

Az elvégzett harmonikus analízisek szerint már a félperiódusos hullámok amplitúdója is igen kicsinek bizonyult az egészperiódusos hullám amplitúdójához vonatkoztatva minden egyes esetben, amit megvizsgáltam, úgyhogy a talajhőmérséklet évi járását elegendő két taggal jellemezni:

$$u_x = A_{x_0} + A_{x_1} \sin \left(B_{x_1} + \frac{4\pi}{T} t \right) \quad (3)$$

Vagy még rövidebben:

$$u_x = u_0 + u_1 \quad (4)$$

ahol u_0 már csak a mélység függvénye, u_1 a mélység és a folyó idő.

A hővezetés elmélete klasszikusan fel van dolgozva azzal a föltevéssel, hogy maga a talaj tökéletesen izotrop közeg. Az izotropia föltevézése megkívánja, hogy a talaj hőenergiáját kizárólag hőmérsékletváltozások befolyásolják, azaz más okból eredő energiaközléseknek és átadásoknak (pl. olvadékvíz beszívargásának, kémiai vagy élettani folyamatoknak stb.) nem lehet szerepe és a hőenergia függőleges irányban *vezetés útján* terjedjen változatlan (K) termometrikus hővezető együtthatóval. Ebben az esetben Fourier klaszikus differenciálegyenlete:

$$\frac{\partial u_x}{\partial t} = K \frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} \quad (5)$$

érvényes és vele az A , B és K együtthatók összefüggése elméleti úton levezethető.

A talajhőmérséklet periódusos ingását előállító (2), (3) vagy (4) függvénynek és a meteorológiai megfigyelések adatainak grafikus ábrázolása háromféle görbesereghez vezet:

1. ha $x =$ konstans, akkor kapjuk a sinus-szerű oszkuláló görbét,
2. ha $u_x =$ konstans, nyerjük a geoizotermákat és végül
3. ha $t =$ konstans, akkor az úgynevezett tautochronokhoz jutunk.

Ha a derékszögű koordinátarendszerben az abszcissa tengelyre egyenlő távolságokban az év napjait, az ordináta tengelyre pedig a megfelelő hőmérsékleteket felrakjuk, az ordináták végpontjait összekötő folytonos görbe vonal ábrázolja egy-egy mélységben a talajhőmérséklet periódusos évi változását.

Ha a megfigyelés minden mélységére megszerkesztjük a görbét, az előálló görbesereg szemléletesen mutatja, hogy a hőmérséklet évi ingásának amplitúdója a mélységgel fokozatosan csökken és hogy a hőmérséklet szélső értékei a mélyebb rétegek felé haladva megkésve jelentkeznek, továbbá, hogy a tavaszi és az őszi napéjegylenlőség körül a melegátadás melegfelvételbe, illetve a melegfelvétel melegátadásba csap át az összes rétegekben, de nem egyszerre, hanem akkor, amikor a görbék egymást oszkuáló módon metszik.

Ez az ábrázolás lényegében nem mond mást, mint amit maguk a közvetlen észlelési adatok és a belőlük számított sokéves átlagértékek számszerűen nyújtanak, azonban kiindulásul szolgálnak további vizsgálódások (geoizotermák szerkesztése, az észlelések kritikai elbírálása stb.) számára. Mindenesetre leolvasható belőlük a szélsőségek beállásának ideje és ezek nagysága, azaz a fáziseltolódás és az amplitúdó.

Az Országos Meteorológiai Intézet néhány megfigyelőhelyről a régebbi évkönyvekben napi talajhőmérsékleti adatokat közölt, az újabb évkönyvekben havi középértékek és ötnapos középértékek találhatók. Sokéves éghajlati átlagadat ötnapos középértékek szerint eddig mindössze Budapestről állt rendelkezésre, sokéves havi középérték pedig mindössze három állomásról: Budapestről, Kecskemétről és Tarcalról. A jelen előadás alapjául szolgáló munka első célja az éghajlattan hazai irodalmában ezen a téren érzett hiány pótlása.

Népi demokráciánk tudománypolitikája (szem előtt tartva a népgazdasági ágak gyakorlati adatigényeit) lehetővé tette, hogy jelenleg az ország számos helyén végezzünk talajhőmérsékleti megfigyeléseket a nemzetközi határozmányokkal előírt mélységekben: 2, 5, 10 és 20 cm-ben, közvetlen higanyos hőmérőkkel, továbbá Lamont-féle tokokban 50, 100, 150 és 200 cm-ben.

2. A talaj hőmérsékletének évi járását legszemléletesebben akkor tüntethetjük fel, ha az abszcissza tengelyre a folyó időt, az ordináta tengelyre a mélységeket rakjuk fel, a koordinátarendszer síkjára pedig az észlelt, illetve az ezekből számított átlagos hőmérsékleti adatokat vezetjük be. Az egyenlő hőmérsékletű pontokat folytonos görbékkel összekötve geoizoterma-rendszert kapunk. Ezeknek az izoterma-rendszereknek az őse, a tifliszi talajhőmérséklet izoplétája, máig is szerepel minden meteorológiai tankönyvben, kézikönyvben. Ilyen adatközlés hazánk területéről eddig csak Budapestről és Debrecenből állott rendelkezésre. A Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóintézet támogatásával több vidéki megfigyelőhely hosszú sorozatát ötnapos középértékekben feldolgoztam és ezekből átlagos izoplétákat szerkesztettem 1 méter mélységig. Ezekből bemutatom a debreceni megfigyelések 15 éves sorozatából számított és szerkesztett geoizotermákat.

A talajhőmérséklet alakulását harmadszor az úgynevezett tautochrononvonalakkal ábrázolhatjuk. Ha az abszcissza tengelyre a hőmérsékleti fokokat,

az ordináta tengelyre pedig ismét a mélységeket vezetjük be, akkor az évi periódus minden időpontjához megszerkeszthetjük a megfelelő értékeket összekötő vonalakat. Ezek a vonalak a mélységgel fokozatosan zsúfolódnak és extrapolálva egy pontban találkoznak, mégpedig abban a mélységben, ahol a hőmérséklet évi ingadozása teljesen megszűnik. Ennek a rétegnek a megállapításán, tehát a meteorológia hatáskörének megvonásán kívül a tautochron vonalak kiválóan alkalmasak a talajfagy lehatolásának tanulmányozására és a vegetációs időszak elején a talajhőmérsékleti prognózisok támogatására. Homoródi Anderkó Aurél az ógyallai talajhőmérsékletek 15 éves sorozata alapján új eljárást dolgozott ki 1909-ben, melynek segítségével napéjegyenlőség körüli tautochronokból elméleti és gyakorlati úton is meghatározható a talaj hővezetőképessége.

Mindhárom módszer alkalmas az elmélettel való egybevetésre, a megfigyelési anyag kritikai megvizsgálására és a talaj hőmérsékletvezető képességének meghatározására. Minthogy a talajok hőmérsékletvezetőképességére vonatkozó adatok Magyarország területéről eddig teljesen hiányoztak, megkísérletem a hazai megfigyelési anyagból néhány hosszú sorozat alapján több különböző úton meghatározni a K termometrikus hővezető együtthatót.

Ha feltesszük, hogy a hőmérséklet a talajban a hővezetés másodrendű differenciálegyenlete (5) szerint terjed, akkor ezt a (4) egyenletre alkalmazva kapjuk :

$$-\frac{\partial u_0}{\partial t} + \frac{\partial u_1}{\partial t} = K \frac{\partial^2 u_0}{\partial x^2} + K \frac{\partial^2 u_1}{\partial x^2} \quad (6)$$

Ebben a feltételi egyenletben a baloldal első tagjának értéke nulla, mert u_0 csak az x mélységnek függvénye, ennek következtében a jobboldal első tagja szintén nulla, tehát fönnáll a

$$\frac{\partial^2 u_0}{\partial x^2} = \frac{d^2 A_{x_0}}{dx^2} = 0 \quad (7)$$

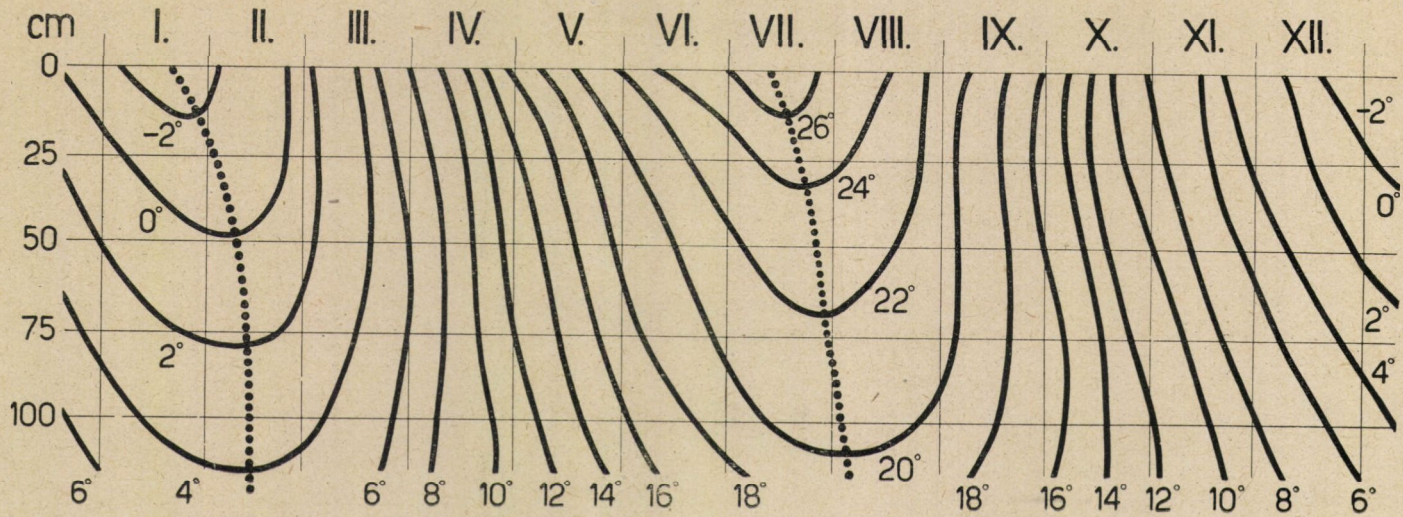
könnyen integrálható egyenlet. Az integrálást elvégezve kapjuk :

$$A_{x_0} = A_{00} + b x \quad (8)$$

ahol A_{00} a talajfelszín (vagy valamely x -től különböző réteg) átlagos hőmérséklete és b ennek növekedése a mélység szerint.

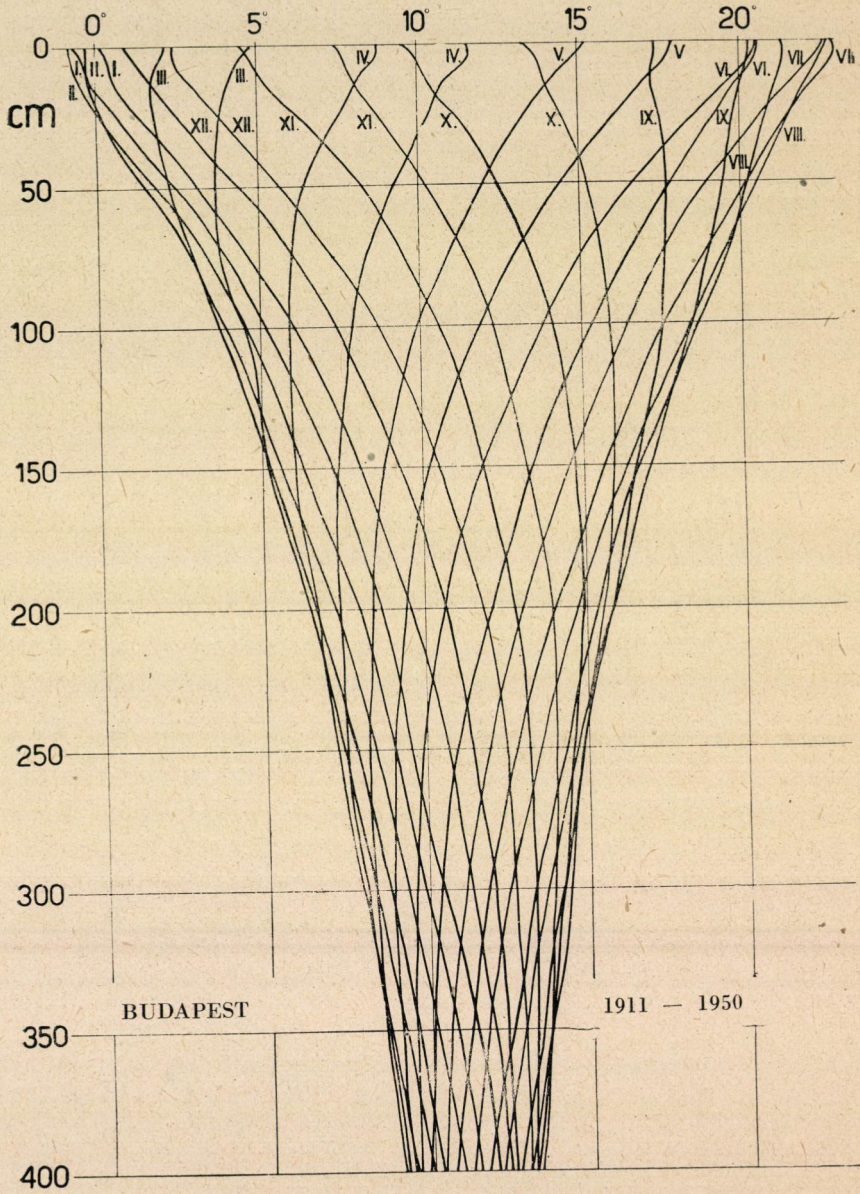
A hővezetés elmélete alapján b állandó. A hazai talajhőmérsékleti megfigyelések szerint a különböző mélységekben az évi középhőmérséklet néhány tizedes ingadozással ugyanakkora, azonban b nem szigorúan állandó, bár méterenkénti gradiensben kifejezve igen kis érték. Ezzel mindjárt egy

TALAJHŐMÉRÉS KLET
DEBRECEN 1929—43



1. ábra. Átlagos talajizotermák A pontozott vonalak az átlagos évi minimumokat, illetve maximumokat jelölik

TALAJHŐMÉRSEKLET



2. ábra. A hónap első és középső napjának átlagos tautochronjai

próbakövet kaptunk arra vonatkozólag, hogy a hazai talajok mennyire tanúsítják a hővezetés elmélete által megkívánt viselkedést. A megfigyelési adatokból kiszámított b gradiens viselkedése a legfelső talajrétegekben és néhol az egészen mély rétegekben tér el az elmélettől, a közepes mélységű rétegekben jól egyezik.

Az előbbinek az az oka, hogy a felszínhez közel eső rétegekben a hőmérsékletváltozásokat nemcsak a hővezetés üteme szabja meg, hanem a csapadékvíz, az olvadékvíz, a talajfagy, a hótakaró és általában a felszín minősége és ennek változása (gyeptakaró!), továbbá a rétegmélység pontos megállapításának kísérleti (észlelési) bizonytalansága mind jelentékenyen közrejátszanak. Éppen ezért a hőmérsékleti vezetőképesség kiszámításában a 20—30 cm-nél kisebb mélységű rétegek adatait nem vettem figyelembe. A nagyobb mélységekben pedig a közeli vagy talán már el is ért talajvíztükör okoz esetleg zavarokat.

A (6) differenciálegyenletből, ennek második feléből mint feltételből levezethetők a A , B együtthatók és ezekből meghatározható K , azonban már hosszadalmasabb úton. A végeredmény:

$$\frac{\log A_{01} - \log A_{x_1}}{\log e} = x \sqrt{\frac{\pi}{KT}} \quad (9)$$

$$(B_{01} - B_{x_1}) \sin 1^\circ = x \sqrt{\frac{\pi}{KT}} \quad (10)$$

Ezekből az egyenletekből K mint egyetlen ismeretlen kiszámítható, mert a A és B együtthatókat a megfigyelési adatok szolgáltatják. Ha tehát előzőleg legalább 2 különböző mélységű talajréteg hőmérsékleti megfigyeléseiből kiszámítottuk a A és B együtthatókat és ezekből a K együtthatót, akkor bármely mélységű talajréteg viselkedésére következtethetünk. A következtetés annyira biztos, amennyire az egyszer meghatározott K együttható más rétegre és más időpontra is azonosnak tekinthető. A feldolgozott megfigyelési adatok szerint első közelítésben ez a feltevés jogosult, tehát általános gyakorlati jellegű tájékoztatás az eddigi megfigyelések és eredmények alapján is megadható. A hőmérsékleti vezetőképesség meghatározását célzó eljárás röviden a következő volt:

Megállapítottam hosszú megfigyelési sorozatokból több mélységben a talajhőmérséklet évi menetét ötnapos középértékekkel. Minden mélységre az év folyamán egyenletes távolságokban kiválasztottam 24 hőmérsékleti ordinátát, ezekből kiszámítottam harmonikus analízissel az amplitúdókat és a fázisokat, a A és B együtthatókat. Ezekből végül a K hőmérsékleti vezetőképességet cm^2/min egységekben. A kapott átlagértékek a következők voltak:

Budapest 37 éves sorozatából	0,259	cm ² /min
Tarcal 30 éves sorozatából	0,254	»
Debrecen 15 éves sorozatából	0,238	»

Ezek az átlagértékek egymással meglepően jól egyeznek és a szakirodalomból ismert, ugyancsak átlagadatok szerint a hazai talajok hőmérsékleti vezetőképességei, a láptalajoké (0,13) és a homokos talajoké (0,52—0,82) közé esnek. Nehezen értelmezhetők azonban az eredmények akkor, ha a hozzánk legközelebb eső területekről ismert (sajnos mindössze csak két) adattal hasonlítjuk össze. *Anderkó* szerint a közeli talajvíztükörrel zavart ógyallai talaj átlagos vezetőképessége jobb (0,280), — *Réthly* szerint a delibláti homoktalaj napi menetből meghatározott hőmérsékleti vezetőképessége rosszabb (0,189 cm²/min), mint a fenti eredmények.

Az adatok a különböző mélységekre és a különböző időszakokra számítva igen nagy szóródást tanúsítanak (pl. 0,19—0,32 cm²/min között mozgó eredményeket kaptam). Ez arra utal, hogy élő talajaink nem tekinthetők (legfeljebb első, durva közelítésben) elméleti izotrop közegnek, mert nedvességtartalomban, szerkezetben és talán kémiai összetételben jelentékeny időbeli ingadozásoknak vannak alávetve. Ezért talajaink hőgazdálkodási tulajdonságainak teljesebb megismerése érdekében nem elegendő egyedül hőmérsékleti megfigyelésekre szorítkoznunk, hanem ezeket feltétlenül ki kell egészítenünk helyszíni mintavételekkel és laboratóriumi vizsgálatokkal.

IRODALOM

1. *Anderkó Aurél* : A talaj melegének periódusos ingása. *Mathematikai és Fizikai Lapok* 1909. 182—204 és 237—258. oldal.
2. *Sulyok Zoltán* : Budapest talajhőmérséklete. *Az Időjárás* 1942. 14—25. oldal.
3. *Réthly Antal* és *Bacsó Nándor* : *Időjárás-éghajlat és Magyarország éghajlata*. Budapest, 1938. 361. oldal.

HOZZÁSZÓLÁSOK

KULIN ISTVÁN

A talajhőmérséklet és a talajhőmérséklet változásainak vizsgálata igen fontos feladata az agrometeorológiának. Ezt elsősorban az a mindnyájunk által ismert fizikai tény magyarázza, hogy az időjárásunk irányítója és minden szerves élet forrása és fenntartója, a Naphól érkező energia a talajon, a talajfelszín anyagától függően alakul át hőenergiává, Mind a levegő, mind a termőtalaj hőenergiájukat innen nyerik. Az agrometeorológiai kutatás igen fontos területei, a különböző mikroklímák is elsősorban a talajfelszínnek eltérő sugárzásátalakító képessége következtében jönnek létre.

A gyökereken át történő tápanyagfelvétel nagymértékben függ a talajhőmérséklettől. Ezenkívül a talajhőmérséklet szabályozza a termőtalajban állandóan végbemenő fizikai, kémiai és élettani folyamatokat. A talajban élő mikroorganizmusok az egyéb hasznos és káros élőlények, különböző kártevő rovarok, azok hernyói, lárvái és pajorjai is a talajhőmérséklettől függően élnek, szaporodnak vagy pusztulnak.

A téli hótakaró felhalmozódása a talajon, valamint annak további sorsa, talajba szivárgása vagy pedig árvizek keletkezése is nagymértékben függ a talajhőmérséklettől.

A tavaszi vegetáció megindulását, a vetőmagnak csírázását és kezdeti fejlődését, majd későbbi fejlődésének ütemét is döntő módon befolyásolja a talajhőmérséklet.

Mindezek kellőképpen megindokolják azt az érdeklődést, amely a mezőgazdaság részéről a talajhőmérséklettel és annak változásaival kapcsolatban megnyilvánul.

Takács Lajos előadásában a talajhőmérsékletre vonatkozó vizsgálatainak csak egy kis részét ismertette. Munkájának jelentőségét elsősorban abban látom, hogy hazánk több vidékére és talajtípusára nézve leszűrte a többévtizedes talajhőmérsékleti megfigyelések eredményeit és ezzel népgazdaságunk számára a Meteorológiai Intézet hatalmas adattárából egy újabb adattömeg tudományos és gyakorlati felhasználásához adta meg a kulcsot.

Kutatásaiban új és egyéni az, hogy megkísérelte a hővezetés kidolgozott klasszikus egyenletét a többévtizedes hazai megfigyelések alapján a magyarországi talajokra alkalmazni. Azt találta, hogy a hőmérséklet-vezetőképesség szempontjából hazai talajaink viselkedése általában megegyezik azokkal az eredményekkel, amelyeket a szakirodalom külföldi laboratóriumi és klimatológiai megfigyelések alapján elfogadott. Takács ezen eredményei alapján módunkban áll bizonyos megközelítéssel olyan mélységű talajrétegek hőmérsékleti viszonyaira is következtetni, amely mélységekről talajhőmérsékleti adataink nincsenek.

Kívánatos volna, hogy a hőmérséklet-vezetéssel kapcsolatos további kutatásait a talaj változó tulajdonságai, főleg könnyen vizsgálható, változó fizikai tulajdonságai, elsősorban szerkezeti állapota és nedvességtartalma figyelembevételével végeznék.

BACSÓ NÁNDOR

Takács Lajos vizsgálataihoz olyan tárgyat választott, amely mind tudományos, mind gyakorlati vonatkozásban jelenleg az érdeklődés homlokerében áll.

A talaj hőmérséklete egyike azoknak a tényezőknak, amelyek két tudomány, a talajtan és a meteorológia, de különösen annak egyik ága, a klimatológia, határterületén vannak és amely tényező világos ismeretét egész sor más tudomány továbbhaladása megköveteli. A növénytermesztés általában épügy igényt tart ezekre az adatokra, mint az útépítés, a kábelfektetés és a földalatti vasútépítés. Az öntözés és a belvízrendezés, valamint az aszály elleni küzdelem számára a magyarországi talajhőmérséklet ismerete egyaránt előfeltétel.

További lépésnek kell lenni, hogy Takács elvtárs elért eredményeit a talajok víztartalmával, tehát a talajnedvességgel, fajhőjével s egyéb tulajdonságaival összevetve, a hőgazdálkodáson kívül a vízgazdálkodásra is fényt derítsen.

ZÁCH ALFRÉD

A talajklíma tanulmányozása a tervgazdálkodásban egyre fontosabb szerephez jut. Ennek segítségével lehet ugyanis csak a valóságos élettani alapon nyugvó összefüggéseket megállapítani a növényi élet és a meteorológiai tényezők között. A talajban lévő szervesetlen tápláló anyagok elmállása, vagyis a növények táplálására alkalmas vegyületekké való átalakítása talajmeteorológiai viszonyoktól függ. A baktériumok életműködését szintén meteorológiai tényezők alakítják ki. Ebben döntő szerepe van a talaj hővezetőképességének.

A talaj hővezetőképessége szabályozható. Ha a talajt lazítjuk, akkor levegővel gazdagítjuk és így csökkentjük hővezetőképességét, viszont ha tömítjük, akkor javítjuk a hővezető képességet. Hogy mikor, melyik kívánatos, ez az időjárástól is függ, és így ezek a kutatások alkalmasak lesznek arra, hogy talajprognózisokat készíthessünk. Ehhez azonban további kutatásokra van szükség.

Ki kell emelni az előadónak azt a megállapítását, amit végső következtetésként tett, hogy a talajaink hőgazdálkodási tulajdonságai szempontjából nem elegendő egyedül a hőmérsékleti megfigyelésekre szorítkozni. A régebbi kutatásoknak éppen az volt a hibája, hogy csakis egyes időjárási elemeket dolgoztak fel. A kérdés megoldása csakis komplex kutatási módon lehetséges, a hőmérséklet, nedvesség, stb. figyelembevételével.

A hővezetés részletesen kidolgozott elméletét kapcsolatba hozta konkrét méréssel. Ez a gyakorlatnak az elmélettel való jó összekapcsolása.

Véleményem szerint a talajhőmérsékletmérést tervszerűen tovább kell fejlesztenünk úgy, hogy ezek a mérések jó helyen, megfelelő jellegzetes talajtípusokon történjenek és egybe legyenek kapcsolva talajnedvesség, stb. mérésekkel.

BERÉNYI DÉNES

Teljesen újnak tartom a talajhőmérsékletről készült ábrák közül az évi hőmérsékletekből készült tautochronont. Érdekes volt az előadásban a kidolgozás módszere, valamint az évi járásból a talajhőmérséklet vezetőképsőségének a meghatározása. Ez igen fontos és nagy mértékben segítséget nyújt ott, ahol a talajok hőháztartásával és hasonló kérdésekkel akarnak foglalkozni.

KENESSEY KÁLMÁN

Az előadó többször említette, hogy a talajvíz a talajhőmérsékleti adatokat zavarja. A svájci Zugspitze obszervatóriumban Wolf végzett talajvíz megfigyeléseket. A Zugspitzén a geológiai viszonyok olyanok, hogy könnyebben tudta külön mérni a talajvíz hőmérsékletét és külön a talaj hőmérsékletét. A kettőt különválasztotta és tizenöt esztendei megfigyelési sor alapján kihozta, hogy a talajvíz hőmérséklete 0,4 C fokkal tér el a talaj hőmérsékletétől.

KAKAS JÓZSEF

Az előadás bemutatta azt a fejlődési fokot, ahol ma már hazai talajhőmérséklet-mérésünk tart. Teljesen jogos Berényi professzor kérdése a növény-nemesítéssel kapcsolatban. De a talajhőmérsékletnek és a növény-nemesítésnek az összefüggése csak akkor tárgyalható meg, ha a növény-nemesítők szempontjai is ugyanolyan világos megfogalmazásra kerülnek a talajhőmérséklettel kapcsolatban, mint a meteorológiai szempontok.

Határozati javaslatot terjeszttek elő, hogy az országos hálózatban a nem a Meteorológiai Intézet, hanem pl. a Növénytermelési és Növény-nemesítési Kutató intézet, valamint a Vízgazdálkodási Kutató Intézet és az Erdészeti Kutató Intézet által végzett talajhőmérsékletmérések is a nemzetközileg elfogadott, tehát a Meteorológiai Intézet által megszabott szinteken történjenek.

Takács elvtárs kiváló munkája ugyan megadja a lehetőséget arra, hogy az általuk mért szintek adatai felhasználhatók legyenek egyéb szintekre is, mégis a további fejlődés érdekében kívánatos, hogy egyes szintekben azonos mérőműszerek és módszerek segítségével szerezzük meg a talajhőmérséklet adatait.

TAKÁCS LAJOS válasza a hozzászólásokra

Kulin, Bacsó és Zách elvtársak az alkalmazhatósági területekre mutattak rá. Berényi elvtársnak azt válaszolhatom, hogy az volt az első feladatomban, hogy a Meteorológiai Intézet irattárában elfekvő gazdag anyagot előtárjam. Például az az adat, hogy az átlagos fagymélység Debrecen környékén nem éri el az 50 centimétert, már magábanvéve is bizonyosfokú válasz a Berényi elvtárs által felvetett kérdésre.

Kenessey elvtárs megjegyzését köszönöm, nem volt ismeretes előttem a Zugspitze eredménye.

Ami a hálózat sűrítésének kérdését illeti, ha a régebbi állapotokat összehasonlítjuk a mai állapotokkal, mindjárt látjuk, hogy népi demokráciánk nagyszerű lehetőséget adott tudományunk művelésére, kutatásaink folytatására.

METEOROLÓGIAI ÖSSZEFOGLALÓ

A HIDROLÓGIAI ÉS METEOROLÓGIAI KONGRESSZUS ZÁRÓÜLÉSÉN

DÉSI FRIGYES

a fizikai tudományok kandidátusa

Tisztelt Kongresszus!

A Hidrológiai és Meteorológiai Kongresszus előadásorozatának befejezése után a IV. és V. szakosztály végzett munkáját a következőkben foglalhatjuk össze :

A meteorológiai szakosztályok ülésein elhangzott előadások legnagyobb részben a folyó kutatómunkákról számoltak be és programot adtak ezek folytatására és kiterjesztésére. A szakosztályok ezen munkájában számos felszólalással bekapcsolódtak külföldi vendégeink is. Így alkalom adódott az egyes kutatási témák tárgyalásánál a részletes tapasztalatcserére. Külföldi vendégeinknek eredményes és hasznos közreműködésükért ezúton is köszönetet mondunk.

Az előadásokat követő vita során számos határozati javaslat hangzott el amelyeket a Kongresszus záróülése elé terjesztünk.

A IV. Szinoptikus Meteorológiai Szakosztály határozati javaslatai a következők.

1. A következő évben szükséges lenne olyan nemzetközi meteorológiai kongresszusnak az összehívása, amelynek legfőbb problémája a távprognosztikai módszerek alapelveinek tisztázása lenne. Ennek a kérdésnek felbecsülhetetlen népgazdasági jelentősége mellett külföldi vonatkozásaiban azért nagy a fontossága, mert a különböző kutatási módszerek összeegyeztetése és az ezzel kapcsolatos tapasztalatcsere értékes eredményeket ígér.

2. A most befejeződő Kongresszus tanulságai azt mutatják, hogy igen szoros összműködést kell létesítenünk a meteorológusok és a hidrológusok között.

3. A távvezetékek építése szükségessé teszi a zuzmara-mérésekkel kapcsolatos módszerek kidolgozását. Javasoljuk, hogy a Konček professzor által bemutatott mérőműszert használjuk fel erre a célra.

4. A meteorológiai tudományos kutatómunka további fejlődésének érdekében feltétlenül szükséges kutatóosztály szervezése a Meteorológiai Intézet keretében. Ezen belül különös súlyt kell fektetnünk az agrometeorológiai kutatásra.

5. Az aerológiai kutatás további fejlődése érdekében lehetővé kell tenni a radarral való mérést, a pilótozó állomások szaporítását, a naponkénti kétszeri rádiószonda-felszállást és meg kell indítani a naponkénti rendszeres repülőgép-felszállásokat.

6. Az orvosmeteorológia és a klimatológia igényeinek megfelelően minél előbb meg kell kezdenünk a rendszeres sugárzásméréseket és ezek érdekében föltétlenül be kell szereznünk egy abszolút sugárzásmérő műszert.

7. Ugyancsak meg kell indítanunk a légköri-elektromosság-méréseket és ennek keretében a télerősség és a vezetőképesség mérését.

8. Az egészségügyi meteorológia számára nagyon fontos a légköri ionizáció mérése és ennek megindítása föltétlenül szükséges.

9. A szinoptikai gyakorlatban a legteljesebb mértékben meg kell valósítanunk az advektív-dinamikus analízis módszerének elsajátítását és ennek a fontos szovjet kutatási módnak a gyakorlati időjárás előrejelzésében való alkalmazását.

10. Javasolja a Szakosztály a 3-napos időelőjelzések módszereit és felhasználását tárgyaló ankét összehívását.

11. Mindezek megvalósítása érdekében föltétlenül szükséges a szak személyzet megfelelő bővítése és ennek érdekében igen fontos feladat a meteorológiai szakkáder-képzés.

A V. Klimatológiai és Agrometeorológiai Szakosztályban elhangzott hat előadás új és értékes tudományos eredményekről adott számot. Az egyes előadások, még a látszólag elméleti beállítottságúak is, gondot fordítottak a gyakorlati felhasználásra. Az előadásokat követő viták során elhangzott problémák közül a legfontosabbakat határozati javaslatba foglaltuk. Ezek a következők:

1. Gondoskodás történjék a kísérletek és megfigyelések számára szükséges műszerek beszerzésére.

2. Sugárzásmérések végzendők növényállományokban, hogy a maximális minőségi és mennyiségi terméshozam elérésére szolgáló optimális állomány-klíma kutatása a sugárzási folyamatokra is kiterjedjen.

3. A talaj víztartalmának mérésére megfigyelő hálózat szervezendő. Különösen figyelembe részesítendő a talaj víztartalmának a napi hőmérséklet-változások által előidézett ingadozásai, elsősorban abból a célból, hogy a víztartalomváltozások mesterséges irányítása hasznothajtó lehet-e a másodtermé-nyek fokozottabb beállításában.

4. Rendszeres mikro- és mezoklíma kutatások indítandók meg, hogy ezekkel kiegészítve a mikroklima-kutatások jobban szolgálhassák a növény-termelés feladatait.

5. Megvizsgálandó a hosszantartó eső hatása a víz-vezetőképesség szempontjából.

6. Megállapítandó, hogyan fejlődik a talaj vízgazdálkodása, talajjavítás és a gyep hatására.

7. A helyes területrendezés kérdéseinek tisztázására alakuljon meg a legrövidebb időn belül egy összetett bizottság meteorológusokból, hidrológusokból és agronómusokból.

8. Az országos hálózatban különböző intézmények keretében lévő talaj-hőmérők egyezményes szintekben helyeztessenek el.

9. Föltétlenül szükséges kondicionált nedvességű talajok hőállandóinak vizsgálata.

A szakosztályok előadásait nagyszámú érdeklődő látogatta és ezáltal a szakosztályok munkája szélesebb körökben, a rokontudományok területén is hasznos eredményeket ígér. Összefoglalva az a meggyőződésünk, hogy szakosztályaink munkája igen hasznos volt népgazdaságunk továbbfejlesztése érdekében és szocializmusunk építésében.

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Vendl Aladár</i> : Kongresszusi megnyitó.....	305
<i>Mosonyi Emil</i> : A hidrológiai és meteorológiai kutatás hazai feladatai.....	307

I. Hidrológiai rész

1. Földalatti vizek szakosztályának előadásai

<i>Mazalán Pál</i> : A mélységi hidraulika módszereivel elért újabb eredmények.....	313
---	-----

Hozzászólások:

<i>Schmidt Eligius Róbert</i>	321
<i>Magyar Kálmán</i>	321
<i>Papp Ferenc</i>	322
<i>Honti Gyula</i>	322
<i>Horváth Lajos</i>	322
<i>Bogárdi János</i>	323
<i>Mazalán Pál válasza</i>	323

<i>Lampl Hugó</i> : A talajvízszintsüllyesztés kérdései különös tekintettel a hazai viszonyokra	325
---	-----

Hozzászólások:

<i>Serf Egyed</i>	331
<i>Ocsvár Rezső</i>	331
<i>Mosonyi Emil</i>	332
<i>Maurer Gyula</i>	332
<i>Szalay Miklós</i>	333
<i>Ubell Károly</i>	333
<i>Mazalán Pál</i>	334
<i>Schmidt Eligius Róbert</i>	334
<i>Juhász József</i>	334
<i>Lampl Hugó válasza</i>	335

<i>Bogárdi János</i> : Az alföldi talajvízállásváltozások vizsgálatának módszertani kérdései	337
---	-----

Hozzászólások:

<i>Mátrai István</i>	353
<i>Mosonyi Emil</i>	353
<i>Németh Endre</i>	353
<i>Csala István</i>	354
<i>Julian Lambor</i> , a varsói Hidr. és Met. Int. igazg.....	355
<i>Lampl Hugó</i>	355
<i>Rónay András</i>	356
<i>Süsmeghy József</i>	356
<i>Salamin Pál</i>	357
<i>Ubell Károly</i>	458
<i>Mazalán Pál</i>	358
<i>Bogárdi János válasza</i>	359

<i>Schmidt Eligius Róbert</i> : Az artézi kutak problémái.....	361
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Mazalán Pál</i>	369
<i>Bélteki Lajos</i>	369
<i>Páter János</i>	370
<i>Szabó Pál Zoltán</i>	370
<i>Sümeghy József</i>	370
<i>Sztankóczy Imre</i>	371
<i>Balogh Jenő</i>	371
<i>Czirák József</i>	372
<i>Sűrű János</i>	373
<i>Schmidt Eligius Róbert válasza</i>	373

II. A vízrajzi és hidraulikai szakosztály előadásai

<i>Németh Endre</i> : Invariáns számok szerepe a kismintakísérleteknél.....	375
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Bogárdi János</i>	384
<i>Lászlóffy Woldemár</i>	385
<i>Mosonyi Emil</i>	386

<i>Mosonyi Emil</i> : A méretarány szerepe a kismintakísérleteknél.....	399
---	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Németh Endre</i>	395
<i>Pattantyús A. Géza</i>	396
<i>Kovács György</i>	397
<i>Salamin Pál</i>	397
<i>Györke Olivér</i>	398
<i>Hankó Zoltán</i>	399
<i>Ziegler Károly</i>	399
<i>Szilágyi Gyula</i>	399
<i>Bözsöny Dénes</i>	400
<i>Szesztay Károly</i>	400
<i>Kovács Gábor</i>	402

<i>Szilágyi Gyula</i> : Mozgómedrű folyók modellkísérlete.....	407
--	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Kovács György</i>	416
<i>Bogárdi János</i>	418
<i>Filep Lajos</i>	418
<i>Károlyi Zoltán</i>	418
<i>Györke Olivér</i>	418

<i>Tóry Kálmán</i> : A vízrajzi kutatás fejlesztése a folyamszabályozás érdekében.....	421
--	-----

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Fazekas Károly</i>	426
<i>Ihrig Dénes</i>	426
<i>Tápay László</i>	427
<i>Károlyi Zoltán</i>	427
<i>Elsner László</i>	428
<i>Tóry Kálmán válasza</i>	428

Lászlóffy Woldemár: A kisvízfolyások hozamának meghatározására szolgáló módszerek... 429

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Csermák Béla</i>	440
<i>Szesztay Károly</i>	440
<i>Szijaártó Zoltán</i>	442
<i>Kovács György</i>	442
<i>Mosonyi Emil</i>	443
<i>Ihrig Dénes</i>	443
<i>Lászlóffy Woldemár válasza</i>	444

Julian Lambor: A vízhozamgörbe egyenletében szereplő három változó közvetlen meghatározása 445

Fazekas Károly: Folyamatos észlelések a vízrajzban és az ehhez szükséges műszerek 459

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Takács Lajos</i>	469
<i>Szalay Miklós</i>	469
<i>Varrók Endre</i>	470
<i>Lászlóffy Woldemár</i>	470
<i>Salamin Pál</i>	470
<i>Fazekas Károly válasza</i>	471

III. A hidrokémiai és biológiai szakosztály előadásai

Papp Szilárd: A víz agresszív tulajdonságainak megállapítására vonatkozó eljárások 473

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Csajághy Gábor</i>	485
<i>Sarló Károly</i>	485
<i>Maucha Rezső</i>	485
<i>Bolberitz Károly</i>	486
<i>Papp Szilárd válasza</i>	486

Maucha Rezső: A helyszíni kémiai vízvizsgáló módszerek alapelvei 489

H o z z á s z ó l á s o k ;

<i>Papp Szilárd</i>	494
<i>Sarló Károly</i>	494
<i>Páter János</i>	494
<i>Entz Béla</i>	495
<i>Csajághy Gábor</i>	495
<i>Maucha Rezső válasza</i>	405

Bolberitz Károly: Statisztikai matematikai módszerek a vizek higiéniai elbírálásánál.... 497

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Papp Szilárd</i>	506
<i>Páter János</i>	506
<i>Richter András</i>	506
<i>Finály Lajos</i>	507
<i>Mosonyi Emil</i>	508
<i>Bolberitz Károly válasza</i>	508

Páter János: Ízrontó alkotórészek szerepe az ivóvíz egészségügyi elbírálásában 511

H o z z á s z ó l á s o k :

<i>Goretzky László</i>	523
<i>Csajághy Gábor</i>	523
<i>Sümegehy József</i>	524
<i>Papp Szilárd</i>	525

<i>Mosonyi Emül</i>	525
<i>Tóth István</i>	526
<i>Bolberitz Károly</i>	526
<i>Szabó Zoltán</i>	526
<i>Sarló Károly</i>	527
<i>Szabadfi József</i>	527
<i>Páter János válasza</i>	527
<i>Lesenyei József</i> : Szempontok az ipari szennyvizek vizsgálatánál	529
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Besenyő István</i>	534
<i>Retezár Árpád</i>	534
<i>Finály Lajos</i>	535
<i>Szabó Zoltán</i>	535
<i>Donászy Ernő</i>	535
<i>Herédy László</i>	536
<i>Bolberitz Károly</i>	537
<i>Raksányi Árpád</i>	537
<i>Lesenyei József válasza</i>	537
<i>Buliček J.</i> : A Moldva vizének minősége Prágában és az azt befolyásoló tényezők.....	539
<i>Szabó Zoltán</i> : Módszerek a városi (házi) szennyvíztisztító berendezések működőképességének elbírálására	555
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Maucha Rezső</i>	560
<i>Lesenyei József</i>	560
<i>Papp Szilárd</i>	561
<i>Tóth István</i>	561
<i>Oroszlány István</i>	562
<i>Raksányi Árpád</i>	562
<i>Finály Lajos</i>	562
<i>Szabó Zoltán válasza</i>	562
<i>Mosonyi Emül</i> : Hidrológiai összefoglaló	565

II. Meteorológiai rész

IV. Szinoptikus meteorológiai szakosztály előadásai

<i>M. Konček</i> : Zúzmaramérések a Lomnici csúcson és egy új műszer a zúzmaralerekódások önműködő regisztrálására	571
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Aujeszky László</i>	578
<i>Bacsó Nándor</i>	578
<i>Hille Alfréd</i>	579
<i>Béll Béla</i> : A magyar aerológiai obszervatórium kutatómunkájának időszerű kérdései	581
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Dési Frigyes</i>	593
<i>Bucsy József</i>	594
<i>Aujeszky László</i>	595
<i>Kakas József</i>	595
<i>Berényi Dénes</i>	595
<i>Kozma Béla</i>	596
<i>Hajósi Ferenc</i>	596
<i>Hille Alfréd</i>	596
<i>Béll Béla válasza</i>	597

	735
Berkes Zoltán : A távidőjelzés kérdései Magyarországon	599
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Bacsó Nándor</i>	605
<i>Berényi Dénes</i>	606
<i>Bodolai István</i>	606
<i>M. Konček</i>	607
<i>Dezső Lóránt</i>	607
<i>Béll Béla</i>	608
<i>Lászlóffi Woldemár</i>	608
<i>Borsos József</i>	608
<i>Aujeszky László</i>	609
<i>Kapás Lászlóné</i>	609
<i>Berkes Zoltán válasza</i>	609
Ozorai Zoltán : Energiaváltozások szétterülő hideg légoszlopban.....	611
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Aujeszky László</i>	619
<i>Dési Frigyes</i>	619
<i>Kozma Béla</i>	620
<i>Berkes Zoltán</i>	621
<i>Béll Béla</i>	621
<i>Ozorai Zoltán válasza</i>	622
Aujeszky László : A függőleges légoszlop energetikájának új tétel.....	625
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Berkes Zoltán</i>	634
<i>Dési Frigyes</i>	634
<i>Béll Béla</i>	634
<i>Dobosi Zoltán</i>	635
<i>Berkes Zoltán</i>	636
<i>Aujeszky László válasza</i>	637
Schulhof Ödön : Az orvosi meteorológia és klimatológia újabb vizsgálati módszerei.....	639
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>A. Mäde</i>	644
<i>Páter János</i>	644
<i>Kérdő István</i>	645
<i>Berkes Zoltán</i>	646
<i>Béll Béla</i>	646
<i>Kakas József</i>	647
<i>Mórik József</i>	647
<i>Aujeszky László</i>	648
<i>Schulhof Ödön válasza</i>	649
V. Klimatológiai és agrometeorológiai szakosztály előadásai	
Berényi Dénes : A vetéssorok égtáji irányításának hatása a mezőgazdasági növények állományklímájára	651
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Máté Imre</i>	661
<i>Kulin István</i>	661
<i>Takács Lajos</i>	662
<i>Dobosi Zoltán</i>	662
<i>A. Mäde</i>	663
<i>M. Konček</i>	663
<i>Bacsó Nándor</i>	663

<i>Mándi György</i>	663
<i>Babarczi József</i>	664
<i>Hille Alfréd</i>	664
<i>Berényi Dénes</i> válasza	664
Bacsó Nándor : A hőmérsékleti szélsőségek Magyarországon és kiértékelésük a növény- telepítés céljaira	667
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Takács Lajos</i>	676
<i>Berkes Zoltán</i>	676
<i>Kulin István</i>	636
<i>Berényi Dénes</i>	677
<i>Révész Tamás</i>	678
<i>Kakas József</i>	678
<i>Dobosi Zoltán</i>	679
<i>Berkes Zoltán</i>	679
<i>Bacsó Nándor</i> válasza	679
Fekete Zoltán : Az aszály elleni küzdelem talajtani szempontjai	681
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Salamin Pál</i>	696
<i>Egerszegi Sándor</i>	697
<i>Mattyasovszky Jenő</i>	698
<i>Botvay Károly</i>	699
<i>Dvoracsek Miklós</i>	699
<i>Kulin István</i>	700
<i>Héder István</i>	701
<i>Berkes Zoltán</i>	701
<i>Fekete Zoltán</i> válasza	701
Dobosi Zoltán : Egy mikroklimatikus jelenség értelmezése a talajfelszín hőháztartása alapján	703
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Aujeszky László</i>	711
<i>Berényi Dénes</i>	711
<i>A. Müde</i>	712
<i>Bacsó Nándor</i>	712
<i>Berkes Zoltán</i>	713
<i>Hille Alfréd</i>	713
<i>Dobosi Zoltán</i> válasza	714
Takács Lajos : A magyarországi talajok hógazdálkodása	717
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Kulin István</i>	725
<i>Bacsó Nándor</i>	726
<i>Zách Alfréd</i>	726
<i>Berényi Dénes</i>	726
<i>Kenessey Kálmán</i>	727
<i>Kakas József</i>	727
<i>Takács Lajos</i> válasza	727
Dési Frigyes : Meteorológiai összefoglaló	729

Ara: 81,— Ft