A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK

KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

EGYED LÁSZLÓ, FÜLÖP JÓZSEF, PÉCSI MÁRTON, TÁRCZY-HORNOCH ANTAL,
ZAMBÓ JÁNOS osztályvezetőségi tagok

2. KÖTET 1—2. SZÁM

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

1968

X. OSZT. KÖZL.

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

2. KÖTET, 1—2. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST V., MÜNNICH FERENC UTCA 7.
KIADÓHIVATAL: BUDAPEST V., ALKOTMÁNY UTCA 21.

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

A kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia
Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest V., Nádor utca 7.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Megjelent munkájáért minden szerzőt száz különlenyomat illet meg. A közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttatja 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 utca 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 05-915-111-46), külföldi megrendelések a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest I., Fő utca 32., Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 43-790-057-181) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának idegen nyelvű kiadványai az *Acta Geologica* és az újonnan megindult *Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica* c. folyóiratok. E lapok hivatottak a magyar föld- és bányászati tudományok eredményeinek legjavát, egyes kiváló külföldi tanulmányokka együtt, a külföldnek tolmácsolni. A cikkek angol, német, francia vagy orosz nyelven jelennek meg (lehetőleg a szerző kívánsága szerint), a cikk nyelvétől eltérő nyelvű összefoglalóval. A cikkeket magyar vagy a szerző választotta idegen nyelven (és magyar nyelven) kell a szerkesztőségek címére (Budapet V., Münnich Ferenc u. 7.) beküldeni.

AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓK, NEKROLÓG

BEVEZETŐ

HAZAY ISTVÁN SZÉKFOGLALÓJÁHOZ*

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

AKADÉMIKUS

Tisztelt kibővített Osztályülés!

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya mai ülésének egyetlen tárgya HAZAY ISTVÁN akadémiai lev. tag székfoglalója. Hatalmas munkásság, a tudományos kutatás sok eredménye, a tudomány átfogó kérdéseinek felismerésése, helyes megfogalmazása és ilyen módon lehetővé váló megoldása, majd az országos tudományszervezés kérdéseire is kiterjedő tudománypolitikai működés előzi meg azt a folyamatot, mely a magyar tudományos élet legmagasabb szervezetének tagságához vezet. Kialakult szokás, hogy az akadémiai osztályok vezetői a székfoglaló előadás bevezetőjeként ismertetik a magyar tudománytörténet számára nem közömbös és általában is tanulságos utat, amely az akadémiai székfoglalót megelőzi.

HAZAY ISTVÁN mindössze 21 éves volt, amikor megszerezte a mérnöki diplomát, az Állami Földmérés szolgálatába lépett, megkezdte feladatainak azóta változatlanul magas tudományos igényekkel való ellátását. Először Orosháza belsőségi hálózatának kiegyenlítésével foglalkozva, azt mélyreható tanulmánnyal BOLTZ módszere szerint alapozta meg. Néhány év múlva már az egész ország felmérését érintő tanulmányával, a Magyarország területéhez legjobban simuló referencia ellipszoid méreteinek és elhelyezésének meghatározásával megszerezte az akkor már igen nagysúlyú műszaki doktori oklevelet. Nemsokára kidolgozta az Állami Földmérés használatára a statikai koordináta kiegyenlítés egész tárgykörét. Ezzel kapcsolatban azután további fontos dolgozatai jelentek meg, többek közt az akkor már nemzetközi súlyú geodéziai és bányaméréstani cikkekkel fémjelzett soproni folyóiratban. A tudósként, szervezőként és emberként megszerzett tekintélyével 1941-ben elnyerte az egyetemi magántanári címet és az Állami Földmérési Szolgálat vezetői posztját.

A magyar tudományos élet intenzitásának a felszabadulás utáni gyors növekedése HAZAY ISTVÁN munkáján is éreztette hatását. Az az eddigi több mint 100 dolgozat és 10 könyv, mely nevét közismertté és megbecsülttté tette, nagyrészben a felszabadulás után született, mindig tudományos életünk valódi szükségleteinek kielégítésére. Témáinak megválasztásában elsőrendű szerepet játszott, van-e a kérdésnek gyakorlati értéke, vagy sem.

* Elhangzott az MTA X. Osztályának 1968. III. 27-i kibővített osztályülésén.

A geodéziának igen tágas körét műveli, és tudományát számos új, fontos és általánosan értékelt gondolattal bővítette. Legkedvesebb tudományágazata mégis talán a vetülettan és a kiegyenlítő számítás, amelyekben elért eredményei HAZAY professzort világszerte elismertté tették.

A felszabadulás után a geodéziai feladatok szaporodása mindinkább fokozta a káderigényeket, így HAZAY ISTVÁN 30 évi geodéziai gyakorlat után — a felsőokatás szolgálatába lépve — a Sopronban kialakult geodétaképzés keretében a földméréstan professzoraként folytatta működését. E minőségben az új geodétaképzés tantervében nyolc tantárgy rendes oktatási anyagát állította össze. 1959-től az Építőipari és Közlekedési-Műszaki Egyetem Felsőgeodéziai Tanszékének vezetője, majd nagy szervező készsége következtében 1960-tól 1964-ig a Mérnök Kar dékánja, 1964-től 1967-ig pedig az egyetem rektora.

A „Kiegyenlítő számítások a geodéziában" c. könyvéért megkapta a Mérnök és Építész Egylet nagy aranyérmét, sokoldalú geodéziai munkásságáért a Geodéziai és Kartográfiai Egyesület Lázár-emlékérmét, nagyszerű vetületi könyvéért pedig a legnagyobb magyar alkotói kitüntetést, a Kossuth-díjat. Emellett felsőokatatói működésével kiérdemelte az Oktatásügy Kiváló Dolgozója címet, és sokoldalú közérdekű munkásságával a Munka Érdemrend Arany Fokozatát.

Természetes, hogy ilyen széles látókörű és aktív tudós a Magyar Tudományos Akadémia munkájában is részt vesz. A Geodéziai Tudományos Bizottságnak már a bizottsági rendszer kialakulása óta tagja, nemsokára alelnöke, újabban pedig elnöke. Ilyen minőségben az egész földtudományi alapkutatás számára is értékes munkát végez.

Ime röviden az a sokoldalú tudományos és tudományszervező munkásság, melyet a Magyar Tudományos Akadémia múlt évi közgyűlése levelező taggá választással honorált.

Most felkérem HAZAY ISTVÁN lev. tagot, tartsa meg székfoglalóját — amelynek tárgyát ugyancsak az említett „legkedvesebb" témakörből, a vetületek világából választotta.

VETÜLETEK ALKALMAZÁSA ELLIPSZOIDI SZÁMÍTÁSOKHOZ*

HAZAY ISTVÁN

LEVELEZŐ TAG

I

Ismeretes, hogy a vízszintes értelmű geodéziai hálózatok alapfelületéül olyan *forgási ellipszoidot* használnak, amely minél jobban megközelíti a Föld elméleti alakját, a geoidot. A legkedvezőbb ellipszoid alak- és méretmeghatározóit mérések alapján már számosan igyekeztek levezetni, és így számos — egymástól méretben és alakban eltérő — ellipszoid van alkalmazásban a Föld különböző országaiban. De a műszerek, a mérési és számítási eljárások finomodása folytán a Földet helyettesítő ellipszoidra is feltehetően mindig megbízhatóbb adatok szerezhetők, ennek következtében az idők folyamán újabb és újabb paraméterek jelentkeznek. Hogy csak Magyarországot tekintsük, a múlt század közepén a gellérthegyi egykori csillagvizsgáló keleti pillérének — a magyarországi kezdőpontnak — koordinátáit a WALDBECK-*féle ellipszoidon* vezették le Bécsből, majd a síkon való ábrázolásához a sztereografikus vetületet és később a hengervetületet a BESSEL-*féle ellipszoidhoz* illesztett közepessugarú gömbhöz alkalmazták, legújabb háromszögelési hálózatunk alapfelülete pedig a KRASZOVSZKIJ-*féle ellipszoid*. Még csak néhányat említsünk a külföldön használt ellipszoidok közül: a legnevezetesebbek az EVEREST-*féle ellipszoid* (India), CLARK *első ellipszoidja* (USA, Kanada, Mexikó, Egyiptom), és ugyancsak CLARK *második ellipszoidja* (Franciaország, Románia).

Törekvések jelentkeztek az iránt, hogy az összes országok lehetőleg egyazon ellipszoidot használjanak, hogy az egyes országok hálózatai minél egységesebb nemzetközi hálózattá legyenek összekapcsolhatók. Így a *Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió* 1924-ben a HAYFORD-*féle ellipszoidot* minősítette, illetve ajánlotta nemzetközi ellipszoidnak. Nem sokkal ezután 1940-ben megszületett a KRASZOVSZKIJ-*féle ellipszoid*, amelynek mérési bázisai a legkiterjedtebbek az összes addigi ellipszoidok között, és így a legmegbízhatóbbnak tekinthető; ezért a Szovjetunió és a baráti szocialista államok ezt az ellipszoidot választották közös alapfelületül. Napjainkban folyik a vita a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unióban *új paraméterek* elfogadása körül, amely paraméterek már a legújabb és legkorszerűbb vizsgálati mód, a *mesterséges holdakra*

* Székfoglaló előadás. Elhangzott az MTA X. Osztályának 1968. III. 27-i kibővített osztályülésén.

vonatkozó mérési eredmények alapján jöttek létre. Ezek a mérések nyilvánvalóan igazolták azt a feltevést, hogy az eddigi ellipszoidok közül a legmegfelelőbb a KRASZOVSZKIJ-féle, mert bár a mesterséges holdak adta eredmények a méretnek valamelyest kisebb voltára utalnak, az alakmeghatározó lapultság csaknem teljesen egyezik KRASZOVSZKIJéval. A KRASZOVSZKIJ-*féle* lapultsággal, $\alpha = 1/298{,}3$-mal szemben az új javaslatban a lapultság: $\alpha = 1/298{,}25$. Ez oly kicsi eltérést jelent, amelyért nekünk és a baráti államoknak nincs értelme változtatnunk. Figyelembe kell venni ugyanis, hogy amíg a méretváltozás régi hálózatunk adataiban csak annyi változást okozna, hogy egy méretarány-tényezővel meg kellene szorozni valamennyi koordinátát, addig a lapultság változása alapjaiban kiinduló teljesen új számítást igényelne. Más a nem a KRASZOVSZKIJ-ellipszoidot használó országok helyzete, amelyekre nézve a lapultság jelentékenyen eltérő az újonnan ajánlottól, és így azoknak mindenképpen át kell térniök egy új ellipszoidra. Pl. a BESSEL-féle és a HAYFORD-féle lapultságban a nevező egységnyi renddel tér el a javasolt értéktől, holott ezek állnak a legközelebb hozzá, a KRASZOVSZKIJ-félétől eltekintve. Szerény véleményem szerint — és úgy hiszem általánosíthatunk is —, a magyar geodéták véleménye szerint a lapultság nevezőjében a második tizedes már nem értékes számjegy, hanem csak egy olyan számszerű eredmény, amelynek már nincs megbízhatósági értéke, vagy csak nagyon csekély van; ezért a javasolt 298,25 nyugodtan kikerekíthető lenne a KRASZOVSZKIJ-féle 298,3-ra.

Az *1. táblázat* néhány ellipszoid paramétereit tünteti fel. A sorrendet a lapultság nevezőjének növekedése szerint vettük.

1. táblázat

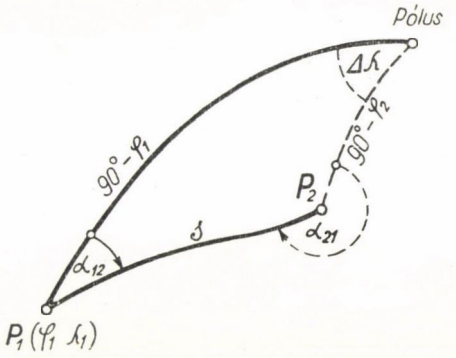
Ellipszoid	fél nagytengely a	lapultság α
Clark II	6 378 249 m	1/293,47
Clark I	6 378 206 m	1/294,98
Hayford	6 378 388 m	1/297
javasolt	6 378 160 m	1/298,25
Kraszovszkij	6 378 245 m	1/298,3
Bessel	6 377 397 m	1/299,153
Everest	6 377 233 m	1/300,80

A tanulmányom címében szereplő ellipszoidi számításokat két fő csoportba osztanám. Az elsőbe tartoznak azok, amelyek egy megadott paraméterű ellipszoidra vonatkoznak, a másodikba pedig azok a számítások, amelyek két különböző ellipszoid egymáshoz képest mutatkozó viszonyait hivatottak vizsgálni, illetve lehetővé tenni azt, hogy valamely ellipszoidon fekvő hálózatot egy másik ellipszoidra minél megfelelőbben átvihessünk.

II

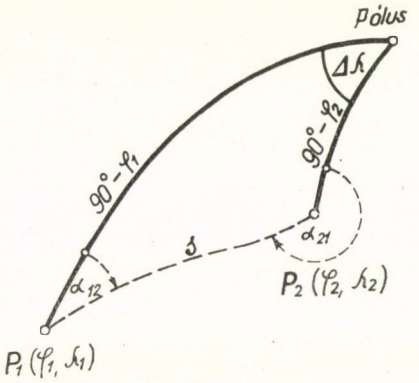
A megadott paraméterű ellipszoidon végzendő számításokon az ún. *első és második geodéziai főfeladatokat* értem.

Az *első főfeladatban* adott egy felületi pont φ_1 földrajzi szélessége és λ_1 földrajzi hosszúsága, valamint egy másik felületi pontra menő geodéziai vonal α_{12} azimutja az adott pontban, továbbá a két pont s legrövidebb felületi távolsága, vagyis a geodéziai vonaldarab hossza. Meghatározandók a másik pont φ_2 és λ_2 földrajzi koordinátái és a két pontot összekötő geodéziai vonal α_{21} azimutja ebben a pontban (*1. ábra*).



1. ábra

A *második főfeladatban* adottak két felületi pont φ és λ földrajzi koordinátái; meghatározandó a két pont s legrövidebb felületi távolsága, továbbá a geodéziai vonal α_{12} és α_{21} azimutja a két pontban (*2. ábra*).



2. ábra

A gömbön való hasonló számításokhoz viszonyítva (idézet HOMORÓD[1] LAJOS: *Felsőgeodézia* c. tankönyvéből): „Az ellipszoidon való számítás a felület bonyolultabb volta miatt nyilvánvalóan nehézkesebb, körülményesebb. Ezzel

függ össze, hogy mindkét főfeladatra az idők folyamán számos megoldás alakult ki." Ilyen megoldás pl. a LEGENDRE-féle hatványsor, amely az első főfeladatra is közvetlen megoldást ad, de a sor lassan konvergál; a GAUSS-féle középszélesség módszer, amely az első főfeladatot fokozatos közeledéssel oldja meg, továbbá a SCHREIBER-féle segédháromszöges megoldás, amelynek a segédmennyiségek különböző megválasztása szerint többféle változata van, mint pl. a HELMERT-, KRÜGER-, TARDI-, KRASZOVSZKIJ-, HIRVONEN-féle változat. Az említett megoldások szolgálnak általában a geodéziában szükséges általános számításokhoz, amelyeknél a távolságok ritkán haladják meg az 50 km-t. Általában 200 km-ig adnak megbízható eredményeket. Nagyobb távolságok esetére is vannak számítási eljárások, amelyek természetesen még bonyolultabbak. Általában a geodéziai vonal (a legrövidebb vonal) helyett a normálmetszettel dolgoznak, de — idézem ismét HOMORÓDI LAJOS könyvét — : „A normálmetszetes megoldások előnye mindenesetre az, hogy szigorú és közvetlen megoldást adnak, és a szóban levő távolságok mellett a geodéziai vonal és a normálmetszet ívhossza közötti különbség végre is elhanyagolható".

Ezeknél a nagy távolságoknál a nagy pontosságból némi engedményt kell tenni, és milliméteres pontosság helyett meg kell elégednünk deciméteressel. Pl. 1000 km-es távolságban — úgy hiszem — megelégedhetünk egymilliomod pontossággal, ami azt jelenti, hogy egy egyméter sugarú körön belül kell beletalálnunk a pontba. Ez a körülmény természetesen a koordinátákon, illetve a távolságon kívül az azimutértékekre is jelent megfelelő engedményt; 1000 km-es hossznál az azimutban ez 0,2″ ingadozásnak felelne meg.

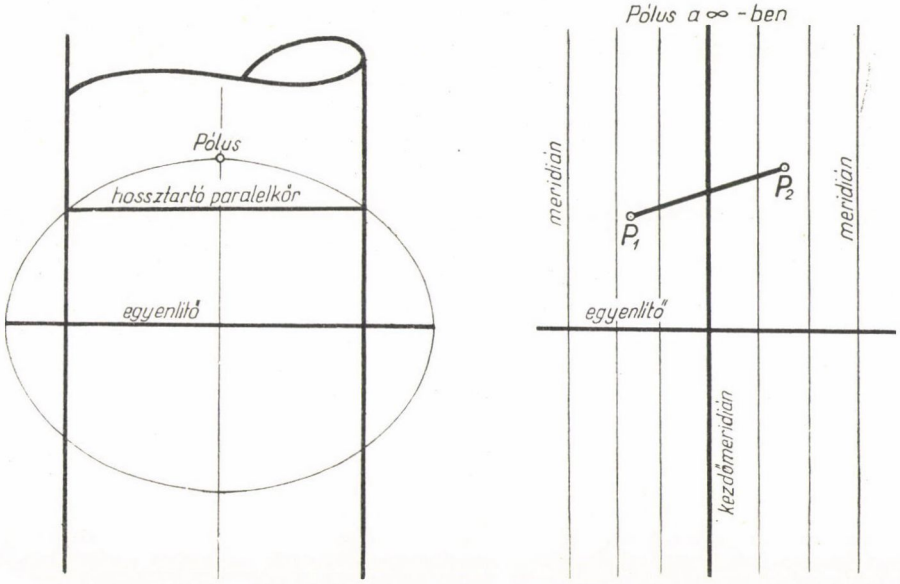
Az előbbiekben vázolt főfeladatok megoldásának nehézségeit még növeli, hogy az egész számítás menetén a szögfüggvényeket vagy logaritmusaikat rövidebb távolságok esetében is legalább 8 tizedesig, hosszabb távolságoknál pedig 10—12 tizedesig kell figyelembe venni.

Úgy látom, hogy *a számításokat egyszerűbb és gyorsabb az ellipszoid valamely alkalmas síkvetületén elvégezni.* A könnyítésre való törekvést időszerűnek vélem, mert az ilyen feladatok gyakorisága — véleményem szerint — növekedni fog.

Olyan vetület választandó, amelyre az ellipszoidról áttérni aránylag egyszerű, és amelyen könnyen számíthatók a vetületi redukciók. Olyan megoldás keresendő, amelyben a komplikált ellipszoidi számítások rutin munkával, egyszerűen áttekinthető lépésekkel cserélhetők fel. Természetesen *csakis szögtartó vetületek* jöhetnek szóba.

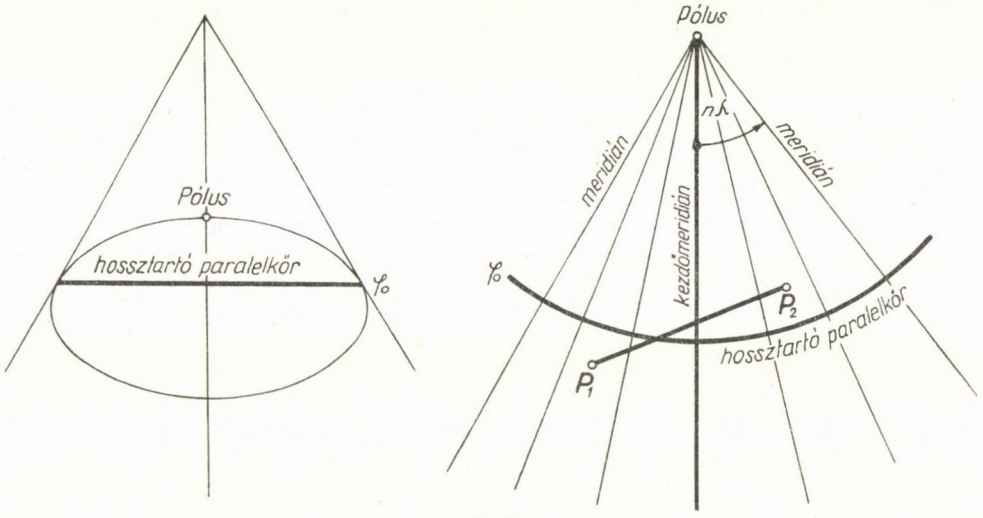
Először az ellipszoidhoz rendelt olyan *normális elhelyezésű hengervetületre* gondoltam, amely a munkába vett terület — pl. hazánk — közepes paralelkörét hossztartóan ábrázolja (*3. ábra*). A normális elhelyezésű hengervetület azért lett volna előnyös, mert a vetületi meridiánkonvergencia ezen mindenütt zérus. Egy fontos tényező számítása tehát megtakarítható lett volna. Sajnos, ezt a megoldást mégis el kellett vetni, mert az egyenlítőtől távolabb eső területeken

a hossztartó paralelkörtől valamennyit is távolodva, a hossztorzulások már olyan nagyok, hogy a redukciók sorait igen magas fokig kellett volna kifejteni és figyelembe venni. A megoldás tehát nem lenne gazdaságos.



3. ábra

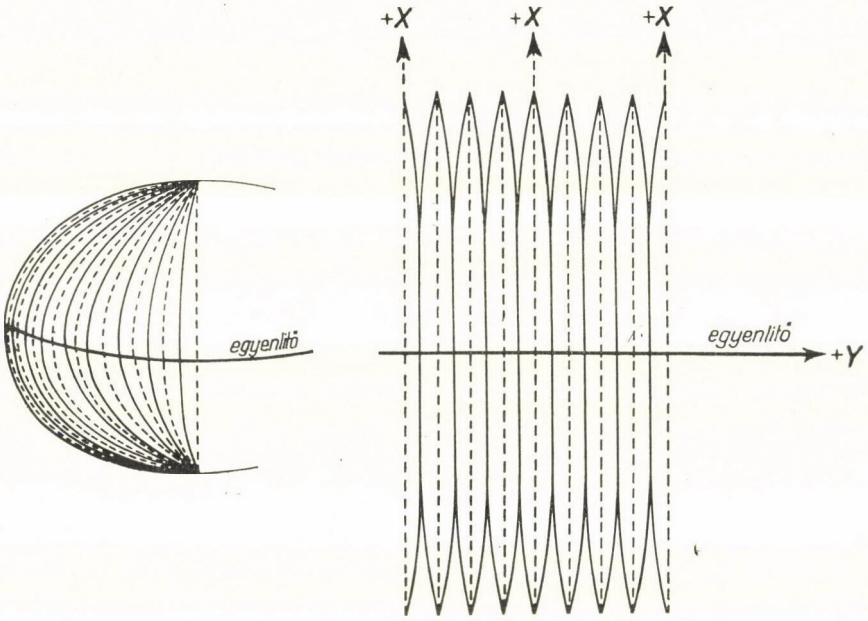
A következő gondolat a *normális elhelyezésű* olyan *kúpvetület* volt, amely az ellipszoidot a munkába vett terület közepes paralelköre mentén érinti (*4. ábra*). Ennél a hossztorzulási viszonyok kedvezőek, és a vetületi meridiánkon-



4. ábra

vergencia is igen egyszerűen számítható: $\mu = n\lambda$, ahol λ a kiválasztott kezdőmeridiántól számított földrajzi hosszúság, és $n = \sin \varphi_0$, ahol φ_0 az érintési, vagyis a hossztartó paralelkör földrajzi szélessége. A redukciók sorai, bár kissé bonyolultak, a gyakorlati számításokhoz már mégis használhatók.

Összehasonlítva azonban ezeket a kifejezéseket az *ellipszoid transzverzális elhelyezésű hengervetületének* — az általánosan használt elnevezés szerint a GAUSS—KRÜGER-*vetületnek* — megfelelő soraival, arra a megállapításra jutot-

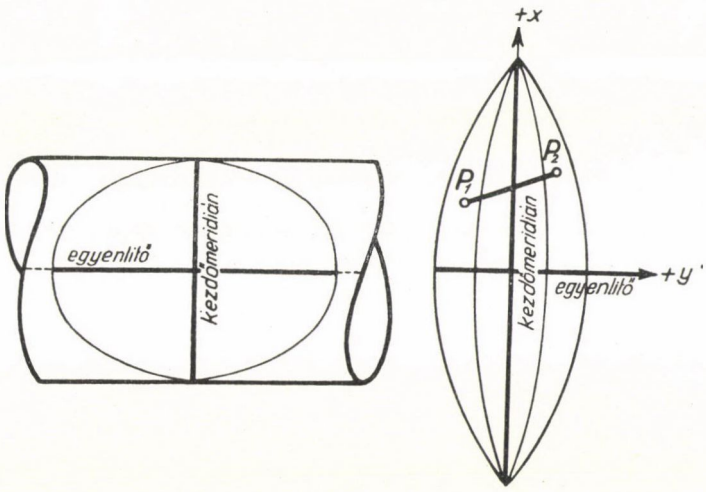


5. ábra

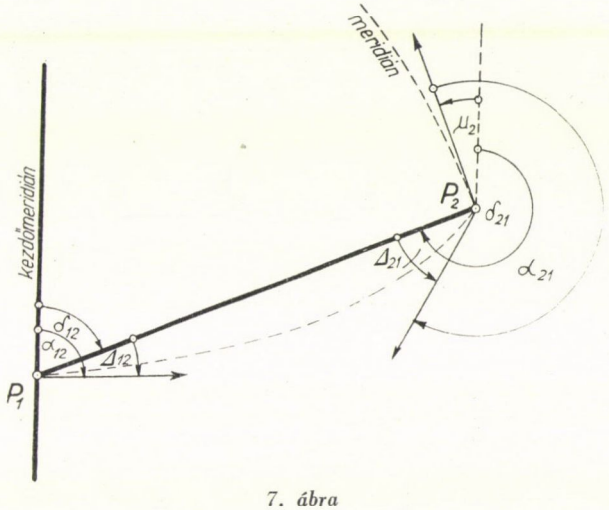
tam, hogy mégis ez az utóbbi lesz a legalkalmasabb — egyes kivételes esetektől eltekintve — az ellipszoidi geodéziai főfeladatok megoldásához, de a szokásos vetületi sávbeosztás mellőzésével, annak ellenére, hogy itt a vetületi meridiánkonvergenciát többnyire számítani kell. Ennek a vetületnek felhasználásához jelentős előnyt ad az is, hogy geodétáink ehhez a vetülethez már hozzászoktak, a vele kapcsolatos számítások már kezükben vannak, és szinte már rutin munkává váltak.

Mivel a GAUSS—KRÜGER vetületen olyan rendszert értünk, amelynél az ellipszoidot bizonyos meghatározott fokszélességű sávokra osztjuk, és ezek mindegyikéhez egy-egy vetületi sík és vetületi koordináta-rendszer tartozik, a sávok képei pedig a síkon meghatározott rendszerességgel csatlakoznak egymáshoz (*5. ábra*), mostani feladatunkhoz pedig ezt a rendszerességet feladjuk, a jelen esetben elhagynám a GAUSS—KRÜGER-féle vetület elnevezést, és a továbbiakban *transzverzális elhelyezésű helyi hengervetületről*, illetve röviden

transzverzális hengervetületről beszélnék (*6. ábra*). *Mostani feladatunkhoz a kezdőmeridiánt* (a hossztartó meridiánt) *ugyanis mindig úgy kívánom kiválasztani, hogy a redukciókban a lehető legnagyobb pontosság legyen elérhető.* Óriási előny, hogy a GAUSS—KRÜGER-vetülethez készített táblázatok bármely kezdőmeridiánhoz egyaránt érvényesek, és így a kezdőmeridián önkényes elhelyezése semmi változást sem okoz a táblázatok megszokott használatában.



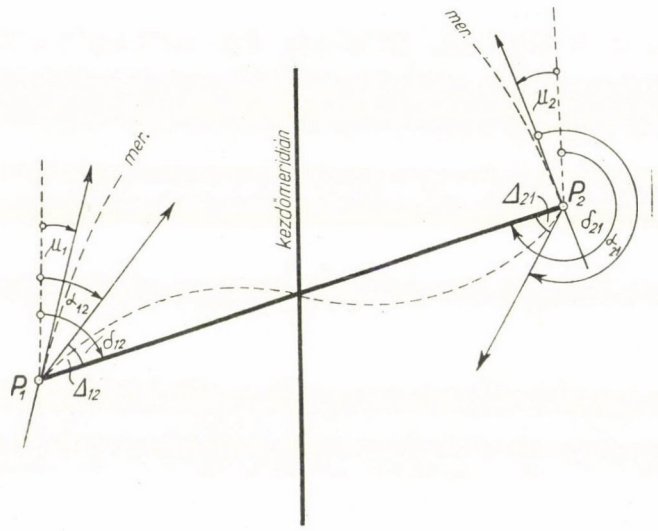
6. ábra



7. ábra

Nézzük először a *második főfeladatot*, mert ez a kettő közül az egyszerűbb. Ha az ellipszoidon megadott két pont nincs távolabb egymástól, mint 50 km, akkor a kezdőmeridiánt az egyik ponton átmenő meridiánban vesszük fel (*7. ábra*). Ennek előnye, hogy a kezdőmeridiánon fekvő pont x síkkoordinátájának

sorából csak az első tagot kell figyelembe venni, mert a többi tag zérus, és y ugyancsak zérus. Zérus továbbá itt a vetületi meridiánkonvergencia is. Ha a távolság nagyobb, törekedvén arra, hogy a végpontok minél közelebb essenek a kezdőmeridiánhoz, tehát hogy a hossztorzulások minél kisebbek legyenek, kezdőmeridiánnak a két pont földrajzi hosszúsága számtani középértékével jellemzett meridiánt vesszük fel (*8. ábra*). Előnye ennek az elhelyezésnek, hogy



8. ábra

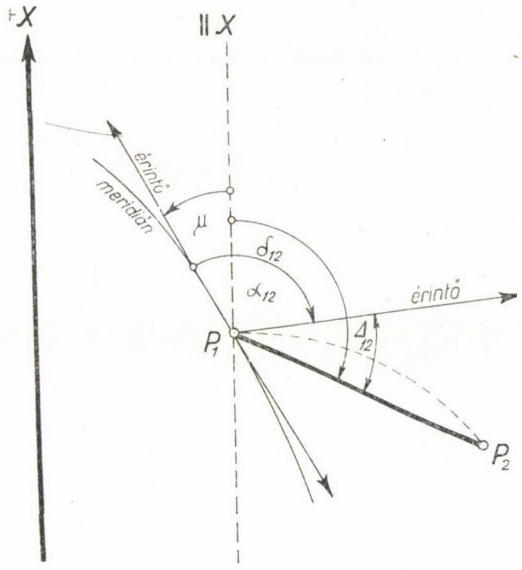
a kezdőmeridiántól számított két földrajzi hosszúság nagysága egyenlő, és így hatványaik is egyenlő nagyságúak.

Meghatározva a két pont képének síkkoordinátáit, szögfüggvénykönyvet csak egyetlen adat kiszámítására kell használni, a két pontképet összekötő egyenesdarab irányszögének számítására. A keresett ellipszoidi adatok az

$$\alpha = \delta + \mu - \Delta \text{ és } s = \frac{1}{m} t$$

képletekből adódnak, ahol α az azimut, δ a sík irányszög, μ a vetületi meridiánkonvergencia, Δ pedig az irányredukció (*9. ábra*), illetve s az ellipszoidi, t a síktávolság, m pedig a hossztorzulási tényező. A két ellipszoidi pont képének koordinátáit a rendelkezésre álló táblázatok segítségével egyszerűen és gyorsan megkapjuk; a sík irányszög- és távolságszámítás igen egyszerű művelet, a többi tényező pedig ugyancsak gyorsan adódik a meglevő táblázatok útján. A számítás minden mozzanata egyszerű, és így az egész számítás rutin munkának minősülhet. Az irányszögszámításhoz a 8 jegyű szögfüggvénykönyv bőven elégséges.

Az *első főfeladat* megoldásakor a kezdőmeridiánt általában az adott pont meridiánjában vesszük fel. (Az adott pont x koordinátájának sorából csupán



9. ábra

az első tagot kell felhasználni, és az y koordináta, valamint a vetületi meridiánkonvergencia zérus.) Az új pont számára a síkon az ellipszoidi azimut és távolság változatlan felhasználásával poláris pontmeghatározás útján előzetes x és y koordinátát számítunk, majd ezekkel számítjuk a hossztorzulási tényezőt, valamint az adott pontban az irányredukciót. A

$$\delta = \alpha - \mu + \Delta \quad \text{és} \quad t = ms$$

képletekkel képezzük a síkra vonatkozó poláris meghatározókat, és ezekkel meghatározzuk az új pont koordinátáit. Ha a távolság 30 km-nél nem nagyobb, akkor ezek már rendszerint maguk a végleges síkkoordináták. Ha azonban az előzetes koordinátáktól 2 m-nél nagyobb értékkel térnek el, akkor a redukciók számításától kezdve a műveleteket meg kell ismételni; ez azonban már jelentéktelen munka. Mintegy 200 km-ig ez az egyszeri ismétlés elég, nagyobb távolságnál esetleg többszöri fokozatos közeledés is szükséges lehet. Az új pont x és y koordinátájából a vetületi sorokkal a táblázatok segítségével kiszámíthatók a földrajzi koordináták, és az előbb már említett képlettel meghatározható az új pontban is az azimut. Látható, hogy ez a feladat is megoldható egyszerű lépésekkel; szögfüggvénykönyv itt a poláris pontmeghatározáshoz szükséges.

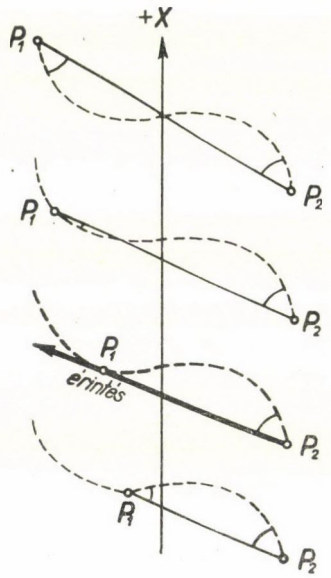
Összehasonlításul a *2. táblázatban* bemutatok egy példát, amelynek ellipszoidon történt számítása Homoródi már említett könyvében található. Az összehasonlítás eredménye igen jó. Számításomban csupán az irányszögszámításhoz használtam szögfüggvénykönyvet, ahhoz is csak 7 jegyűt. (A táblázatban a bal oldali pontok az első, a jobb oldali pontok a második geodéziai főfeladat-

2. táblázat

•	φ_1	47° 49′ 55,6016″		•
•	λ_1	19° 42′ 42,4965″		•
•	α_{12}	78° 41′ 15,331″		
•	s	23 094,948 m		
	α_{J1}	258° 54′ 43,313″	43,313″	
	φ_2	47° 52′ 20,8431″	20,8431″	•
	λ_2	20° 0′ 52,2755″	52,2755″	•
	α_{12}	78° 41′ 15,340″	15,336″	
	α_{21}	258° 54′ 43,322″	43,318″	
	s	23 094,947 m	4,948	

hoz megadott adatokat jelzik. Az 5—7. sorok az első, a 8—10. sorok a második főfeladat eredményeit tüntetik fel, mégpedig a bal oldali értékek az ellipszoidon, a jobb oldaliak pedig a vetületi síkon végzett számítás alapján.)

Abban az esetben, ha az első főfeladatban nagyon hosszú a távolság, célszerű a kezdőmeridiánt úgy felvenni, hogy az a távolságot kb. harmadolja.



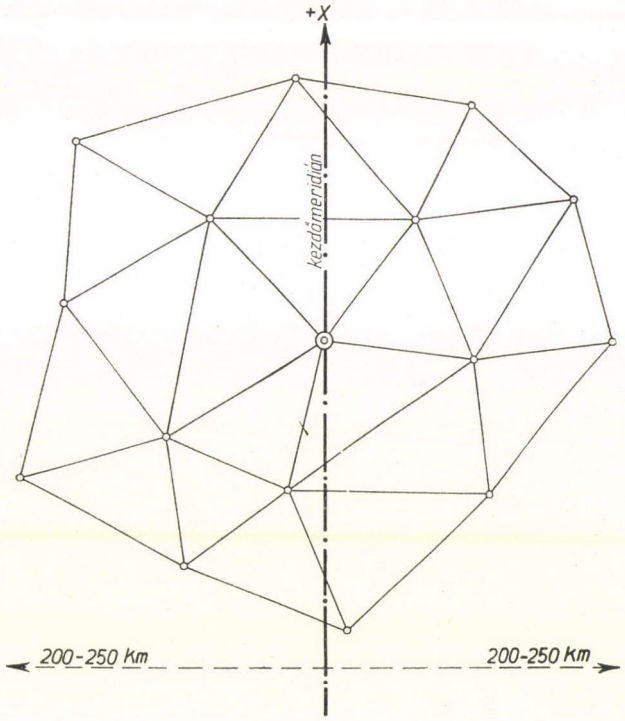
10. ábra

Ebben a helyzetben ui. az adott pont környezetében az irányredukció közel zérus, és rendkívül lassan változó. (A *10. ábra* erősen torzított.) Igaz, hogy ekkor az adott ponthoz is kell vetületi meridiánkonvergenciát számítani, viszont a fokozatos közeledés ismétlései a minimumra csökkenthetők.

Akár az első, akár a második főfeladatban, ha valamely adott ponton át vesszük fel a kezdőmeridiánt, és ebből a pontból nemcsak egy, hanem több

irányban is kell számítani, a számítást természetesen valamennyi irányban ugyanazon síkkoordináta-rendszerben végezhetjük el.

Ha pedig a számítást egy a szokásos 30—50 km-es oldalakból álló egész hálózatra vagy hálózati részre szükséges kiterjeszteni, akkor a kezdőmeridiánt egy középső ponton át vesszük fel, és ettől keletre és nyugatra is 200—250 km-es távolságon belül ebben az egy koordináta-rendszerben számíthatunk (*11. ábra*).



11. ábra

Visszatérve a *kúpvetület* kérdésére, a kúpvetületet akkor célszerű alkalmazni, ha a távolság igen nagy, és irányával jelentékenyen közelebb áll a kelet-nyugathoz, mint az észak-délhez. A vetületi együtthatókat pl. a földrajzi szélesség minden fél fokához táblázatba kellene foglalni, és az a táblázati sor, vagy ami ezzel egyértelmű, ahhoz az érintési paralelkörhöz rendelt kúp volna használandó, amely a távolság közepe földrajzi szélességéhez a legközelebb áll.

III

A vetítés kérdésével a *különböző paraméretű ellipszoidok* között már régebben is foglalkoztam, és megvizsgáltam mind a geodézia, mind a geográfia szempontjából a reális variációkat. Geodéziai vonatkozásban természetesen csakis a *szögtartó vetítés* jöhet szóba.

Különbséget kell tenni aközött, vajon *ugyanaz a háromszögelési hálózat* helyezkedik-e el a két ellipszoidon, vagy pedig az újonnan választotton újonnan végzett mérések alapján *új hálózatot* fejlesztettünk-e. Az első esetben megállapíthatók olyan vetületi egyenletek vagy sorok, amelyekkel a háromszögelési hálózat pontosságának megfelelő átszámítás végezhető a két ellipszoid között. Ilyenkor ugyanis nem történik más, mint hogy a régi ellipszoidon kifejlesztett hálózatot valamely meghatározott, illetve megválasztott törvényszerűség szerint átfektetjük a másik ellipszoidra. Ha ellenben az ellipszoidokon más-más hálózat helyezkedik el, amelyeket más alapvonalrendszer—tehát más alapmérték —, más mérési pontosság és tájékozás jellemez, akkor közöttük a legvalószínűbb összefüggést csupán a természetben azonos pontoknak a két rendszerben meghatározott koordinátái eltéréseiből lehet megállapítani. Természetes, hogy a különböző mérési pontosság miatt a régi hálózat pontjait csak korlátolt pontossággal, csupán kisebb-nagyobb tűréssel lehet az új hálózatba beilleszteni.

A két ellipszoid egymáshoz képest elhelyezkedhet úgy, hogy egyenlítőjük síkja, valamint kistengelyük egybeesik, vagyis *központosak*, vagy pedig úgy, hogy az egyik a másikhoz viszonyítva *el van tolódva és fordulva*. Ez utóbbi helyzetet relatíve elképzelhetjük úgy is, hogy a két ellipszoid egymáshoz központos, és a háromszögelési hálózat van az egyiken a másikhoz képest eltolva és elfordulva.

Foglalkozzunk először a *központos elhelyezéssel*. A vetítés követelményeként kikötjük, hogy az egyik ellipszoid meridiánjainak és paralelköreinek a másik ellipszoidon is meridiánok, illetve paralelkörök feleljenek meg, és az egymásnak megfelelő meridiánok arányos nagyságú ívdarabokat messenek ki a paralelkörökből. Az első feltételt azáltal biztosíthatjuk, hogy a földrajzi koordináták közül az egyik vetületi egyenletbe csak a földrajzi szélességeket, a másikba pedig csak a földrajzi hosszúságokat vonjuk be; a másik feltételt pedig azáltal, hogy — 1-es indexszel jelölve az egyik, 2-essel a másik ellipszoidhoz tartozó adatokat — a földrajzi hosszúságok között a

$$\lambda_2 = n\,\lambda_1$$

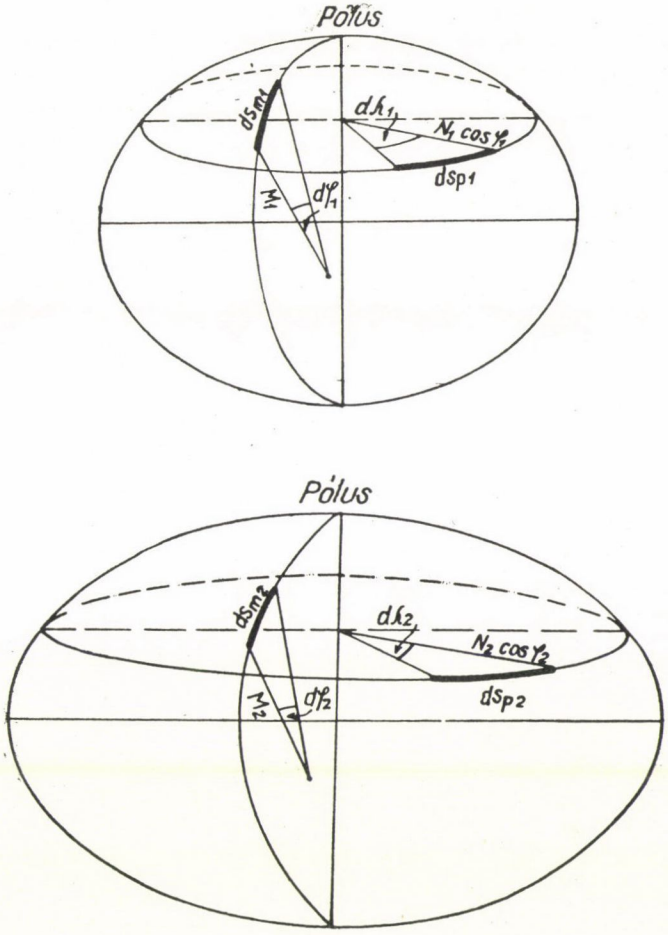
kapcsolatot létesítjük, ahol n arányszám. A meridián és a paralelkör irányú lineármodulusok:

$$l_m = \frac{M_2\,\mathrm{d}\varphi_2}{M_1\,\mathrm{d}\varphi_1}, \quad l_p = \frac{N_2 \cos\varphi_2\,\mathrm{d}\lambda_2}{N_1 \cos\varphi_1\,\mathrm{d}\lambda_1} = n\,\frac{N_2\cos\varphi_2}{N_1\cos\varphi_1}.$$

M a meridián irányú, N a harántgörbületi sugár, $\mathrm{d}\varphi$ és $\mathrm{d}\lambda$ pedig a földrajzi szélességnek, illetve hosszúságnak differenciális, elemi változása (*12. ábra*).

Szögtartó vetületen a két lineármodulus egymással egyenlő, vagyis

$$\frac{M_2\,\mathrm{d}\varphi_2}{M_1\,\mathrm{d}\varphi_1} = n\,\frac{N_2\cos\varphi_2}{N_1\cos\varphi_1};$$



12. ábra

rendezés után a differenciálegyenletünk:

$$\frac{M_2}{N_2 \cos \varphi_2} \, \mathrm{d}\varphi_2 = n \frac{M_1}{N_1 \cos \varphi_1} \, \mathrm{d}\varphi_1 .$$

Ebből mindkét oldali integrálás után egy logaritmikus egyenletet kapunk, amelyből áttérve a numerusokra, a földrajzi szélességre vontakozó vetületi egyenlet:

$$\left[\operatorname{tg}\left(45° + \frac{\varphi_2}{2}\right)\right]\left(\frac{1 - e_2 \sin \varphi_2}{1 + e_2 \sin \varphi_2}\right)^{\frac{e_2}{2}} =$$

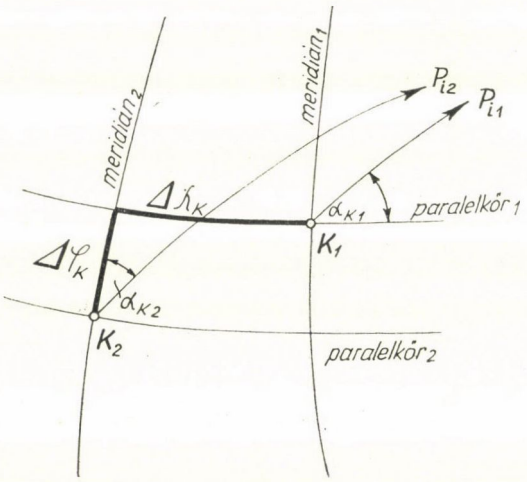
$$= k\left[\operatorname{tg}\left(45° + \frac{\varphi_1}{2}\right)\right]\left(\frac{1 - e_1 \sin \varphi_1}{1 + e_1 \sin \varphi_1}\right)^{\frac{n e_1}{2}},$$

ahol k éppúgy, mint n, a vetítés további feltételeiből meghatározható arányossági faktor, e pedig az ellipszoidok excentricitása. A földrajzi hosszúságra vonatkozó vetületi egyenlet pedig, amint már láttuk:

$$\lambda_2 = n\lambda_1.$$

Régebbi tanulmányomban az előbb említett további vetületi feltételek közül kiválasztva a geodézia számára reálisakat, meghatároztam mindegyik variánshoz az n és k faktorok kifejezését.

Most ezekkel nem foglalkozunk, hanem áttérünk az ellipszoidok *eltolt és elforgatott* helyzetéhez.



13. ábra

Az eltolódás mértékét a vizsgálandó terület közepe táján kiválasztott felületi pontnak — amelyet a továbbiakban kezdőpontnak nevezünk — a két ellipszoidra vonatkozó földrajzi koordinátái között jelentkező különbség, az elfordulás mértékét pedig a kezdőpontból kiinduló geodéziai vonalaknak a két ellipszoidon a kezdőpontnál mutatkozó azimutértékei között mutatkozó eltérés határozza meg. Az eltolódást tehát (*13. ábra*) a

$$\Delta\varphi_K = \varphi_{K2} - \varphi_{K1}, \quad \Delta\lambda_K = \lambda_{K2} - \lambda_{K1},$$

az elfordulást pedig az

$$\varepsilon = \alpha_{K2} - \alpha_{K1}$$

értékek jellemzik. A gyakorlatban mindhárom érték kicsi, legfeljebb néhány másodperc nagyságú.

Mint már említettük, az ellipszoidok eltolódása és elfordulása elképzelhető úgy is, mintha az ellipszoidok központosak volnának, és a háromszögelési hálózatot mozdítanók el.

Ha a kezdőpont földrajzi szélessége $\Delta\varphi_K$ értékkel változik, akkor egy tetszőleges P_i hálózati pont földrajzi koordinátáinak változása:

$$\Delta\varphi_i = -\frac{M_K}{M_i}\left[\sin\alpha_K \sin\alpha_i \left(\frac{dm}{ds}\right)_i - \cos\alpha_K \cos\alpha_i\right]\Delta\varphi_K = C_i\,\Delta\varphi_K,$$

$$\Delta\lambda_i = +\frac{M_K}{N_i}\frac{\sin(\lambda_i - \lambda_K)}{\operatorname{ctg}\varphi_i}\Delta\varphi_K = D_i\,\Delta\varphi_K\,.$$

Az α azimut a kezdőpontot a másik hálózati ponttal összekötő geodéziai vonalra vonatkozik; s ennek a geodéziai vonaldarabnak a hossza, m pedig ugyanennek az ún. redukált hossza.

Ha a kezdőpont földrajzi hosszúsága $\Delta\lambda_K$-val változik, akkor valamennyi hálózati pontra nézve

$$\Delta\lambda_i = \Delta\lambda_K\,.$$

$\Delta\lambda_K$-nak a földrajzi szélességekre nincs hatása.

Ha a hálózat a kezdőpont körül ε szöggel elfordul, akkor egy hálózati pont földrajzi koordinátáinak változása:

$$\Delta\varphi_i = +\frac{m\sin\alpha_i}{M_i}\varepsilon = A_i\,\varepsilon\,,$$

$$\Delta\lambda_i = -\frac{m\cos\alpha_i}{M_i}\varepsilon = B_i\,\varepsilon\,.$$

A háromféle mozgás valamely hálózati pont földrajzi koordinátáiban tehát a

$$\Delta\varphi_i = A_i\,\varepsilon + C_i\,\Delta\varphi_K,$$

$$\Delta\lambda_i = B_i\,\varepsilon + D_i\,\Delta\varphi_K + \Delta\lambda_K$$

változásokat hozza létre. Ha ismeretes $\Delta\varphi_K$, $\Delta\lambda_K$ és ε, akkor az A $\div$ D értékeket valamennyi hálózati ponthoz kiszámítva, meghatározhatjuk a földrajzi szélességek és hosszúságok változását.

A vetítési eljárás most már magától adódik: A vetítendő pontok földrajzi koordinátáit az előbbi képletek szerint meg kell változtatni, majd az így transzformált hálózatra kell alkalmazni a központos elhelyezkedésű ellipszoidokra vonatkozó vetítési eljárást. Az n és k faktorok más és más megválasztása a vetület más-más variánsát hozza létre. Minden esetben úgy választandók meg, hogy a kezdőpontra kielégüljön a

$$\varphi_{K2} = \varphi_{K1} + \Delta\varphi_K$$

feltétel.

Ha valamely ellipszoidon kifejlesztett háromszögelési hálózatot egy *újonnan választott korszerűbb ellipszoidra* kívánunk átfektetni, akkor a felsőgeodézia valamilyen megfontolás vagy mérések alapján megadja a transzformálási tényezőket; vagy pedig feltételül köti ki azt, hogy az új ellipszoidon mindazoknak a hálózati pontoknak ellipszoidi földrajzi koordinátái, amelyeken földrajzi helymeghatározást — csillagászati méréseket — is végeztek, minél jobban megközelítsék a csillagászati mérésekkel megállapított koordinátákat. Esetleg azt az utasítást adja, hogy a *függővonal-elhajlások* négyzetösszege legyen minimum. A két utóbbi esetben az együtthatók meghatározására a kiegyenlítő számítás eljárását alkalmazhatjuk. Közvetítő egyenletül a földrajzi szélességekhez a következő logaritmusos összefüggés szolgál:

$$\ln\left\{\left[\operatorname{tg}\left(45^\circ+\frac{\varphi_2}{2}\right)\right]\left(\frac{1-e_2\sin\varphi_2}{1+e_2\sin\varphi_2}\right)^{\frac{e_2}{2}}\right\}=$$

$$=\ln k+n\ln\left\{\left[\operatorname{tg}\left(45^\circ+\frac{\varphi_1+C\Delta\varphi_K+A\varepsilon}{2}\right)\right]\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\left(\frac{1-e_1\sin(\varphi_1+C\Delta\varphi_K+A\varepsilon)}{1+e_1\sin(\varphi_1+C\Delta\varphi_K+A\varepsilon)}\right)^{\frac{e_1}{2}}\right\}.$$

Ebből sorbafejtéssel előállítható a

$$v_\varphi=a\delta n+b\delta k+c\delta\varepsilon+d\,\delta\Delta\varphi_K+l$$

alakú javítási egyenlet, ahol δn, δk, $\delta\varepsilon$ és $\delta\Delta\varphi_K$ az előzetesen felvett közelítő értékek változása, l pedig a tiszta tag.

A földrajzi hosszúságokra a közvetítő egyenlet:

$$\lambda_2=n(\lambda_1+D\Delta\varphi_K+B\varepsilon-\Delta\lambda_{K1})+\lambda_{K1}+\Delta\lambda_K,$$

amelyből a

$$v_\lambda=a'\,\delta n+c'\,\delta\varepsilon+d'\,\delta\Delta\varphi_K+e'\,\delta\Delta\lambda_K+l'$$

alakú javítási egyenletet kapjuk. Kényszerfeltételnek még ki kell kötni, hogy

$$\varphi_{K2}=\varphi_{K1}+\Delta\varphi_K$$

legyen.

Minden olyan hálózati pontra, amelyen földrajzi helymeghatározást végeztek, felírván egy-egy javítási egyenletpárt, a transzformációs együtthatók, valamint a k és n vetületi tényezők legvalószínűbb értéke meghatározható.

*

Új ellipszoidot rendszerint akkor vezet be egy ország, ha *új felsőrendű háromszögelési hálózatot* fejleszt. Mint már említettük, ilyenkor a régi és az új hálózat között csak az ad összefüggést, hogy az alappontok egy része azonos mind a két hálózatban. Ilyenkor a kiegyenlítés feltétele az, hogy az ilyen pon-

toknak az első ellipszoidról a másikra a vetületi úton átszámított koordinátái minél jobban megközelítsék a második ellipszoidon meghatározott koordinátákat. Ezáltal megkapjuk az ellipszoidok egymáshoz viszonyított helyzetének $\Delta\varphi_K$, $\Delta\lambda_K$ és ε jellemzőit, és olyan transzformációs vetületi egyenletek állíthatók fel a két ellipszoid között, amelyeknek segítségével a régi hálózatnak azokat a pontjait, amelyek az újnak nem pontjai, átvetíthessük a második ellipszoidra, illetve a lehető legjobban beilleszthessük az új hálózat pontjai közé.

IV

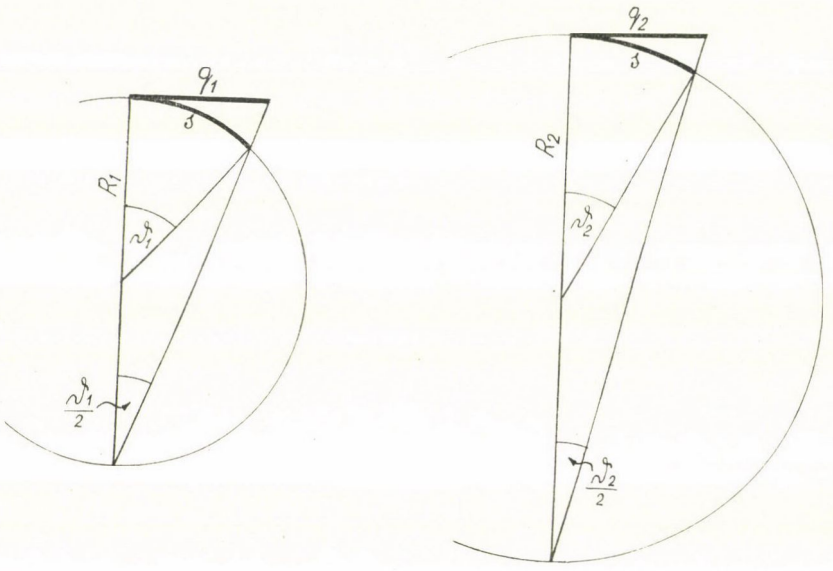
Az utóbbi időben vizsgáltuk egy nagyobb területnek a régi *ellipszoidon elhelyezett régi és* egy újabb *ellipszoidon kifejlesztett új háromszögelési hálózatát.* Arra a felismerésre jutottunk, hogy a két hálózat azonos pontjainak koordinátái között nemcsak a hálózatok eltérő elhelyezéséből és alapmértékük különbségéből származó differenciák vannak, hanem a különböző mérési és számítási eljárásokból, illetve ezek más pontossági viszonyaiból származó elég jelentékeny eltérések is mutatkoznak; az utóbbiak bizony általában több deciméter-, esetenként méterrendűek is, és rendszertelenek. És így van ez általában minden ország régebbi és újabb hálózatai között is. Részben ezért, részben pedig azért, mert a földrajzi helymeghatározás középhibái is lineáris értelemben általában méterrendűek, továbbá azért is, mert a két ellipszoid viszonyának vizsgálatára az előbbiekben vázolt mód meglehetősen sok számítási munkát igényel, arra gondoltunk, nem lehetne-e viszonylag nem nagy területre, pl. egy kisebb területű országra a kérdést egyszerűbben is megoldani. A *Budapesti Műszaki Egyetem Felsőgeodézia Tanszékén* tehát tovább foglalkoztunk a problémával. Ezeket a vizsgálatokat és számításokat már Hőnyi Ede egyetemi docens, a műszaki tudományok kandidátusa végezte.

Az új vizsgálat eredménye az, hogy mindkét ellipszoidról egy-egy hozzájuk illesztett közepessugarú gömbön keresztül le kell vetíteni a két hálózat közös pontjait sztereografikus síkra, és az ott kapott síkkoordináták, illetve koordinátakülönbségek alapján egyszerű Helmert-*féle transzformációs kiegyenlítéssel* meg lehet állapítani a két hálózat közös kezdőpontja eltolódásának, a hálózat elfordulásának és a kezdőpontból kiinduló geodéziai vonaldarabok méretváltozási együtthatójának, vagyis végeredményben a két ellipszoid — vagy másképp kifejezve a két hálózat — egymáshoz viszonyított elhelyezkedése jellemzőinek legvalószínűbb értékét.

Az elgondolás két alapvető körülményen alapult. Az egyik, hogy az ellipszoidról a Gauss-*féle szögtartó vetülettel* a gömbre térve, az *ívhosszak gyakorlatilag nem változnak.* (A gyakorlatilag kifejezésen a továbbiakban is azt értjük, hogy az eltérések milliméter- vagy centiméter-, legfeljebb igen nagy távolságokra deciméter-rendűek, vagyis olyan kicsik, hogy a két hálózat ellentmondásai mellett bátran elhanyagolhatók.) Így pl. Magyarországon az ország közepe

táján választható kezdőponttól a legnagyobb távolságig is a hossztorzulás kb. 1/14 000 000, ami 400 km-es hosszra 3 cm-t jelent. Ugyancsak *nem változnak gyakorlatilag a kezdőpontból kiinduló geodéziai vonalak kezdőponti azimutjai* sem; és különösen eltörpülnek azok a torzulási értékek, amelyek a két ellipszoidról a kezdőpontból az azonos pontokra menő geodéziai vonaldarabok vetített hosszainak, illetve azimutjainak különbségeiben mutatkoznak.

A másik körülmény az, hogy a területen bizonyos határon belül *bárhol illesztünk is közepessugarú gömböt az ellipszoidhoz*, ha a sztereografikus vetület kezdőpontjának *ugyanazt a pontot* választjuk, noha ennek földrajzi koordinátái



14. ábra

más-más elhelyezésű gömbön egymástól eltérőek, a sztereografikus síkkoordináták gyakorlatilag minden esetben egyenlőknek adódnak. Ennek magyarázata három egyszerű összefüggésen alapul (*14. ábra*). Az első, hogy azonos ívhosszhoz különböző sugarú gömbökön a sugárral fordított arányú központi szögek tartoznak; a *második*, hogy a sztereografikus vetületen a kezdőponttól mért q távolság:

$$q = 2R \operatorname{tg} \frac{\vartheta}{2} = 2R \operatorname{tg} \frac{s}{2R},$$

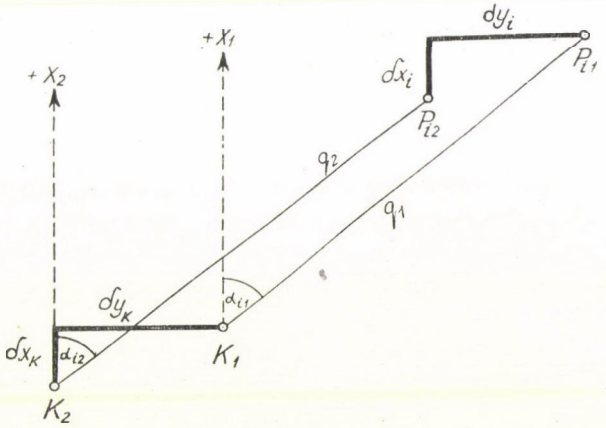
és a tangens görbe a szóbajöhető ϑ értékek mellett csaknem egyenes. A *harmadik* összefüggés pedig az, hogy a kezdőpontból kiinduló irányokra nézve a δ síkirányszög egyenlő az α gömbi azimuttal, vagyis

$$\delta = \alpha.$$

Hasonló a helyzet a két ellipszoidhoz illesztendő gömbökre nézve is. Ha pl. Magyarország közepes földrajzi szélességénél, 47° 10'-nél illesztünk gömböt a BESSEL- és a KRASZOVSZKIJ-*ellipszoidhoz*, akkor kilométerre kerekítve az elsőhöz tartozó gömb sugara 6379 km, a másodikhoz tartozóé pedig 6380 km. (A nem kerekített értékek különbsége kisebb egy kilométernél!) A két gömbről levezetve a sztereografikus távolságok különbségét, a

$$q_1 - q_2 = \frac{s^3}{12}\left(\frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2}\right).$$

Ez a különbség pl. 200 km-es hosszra 5 mm, és 400 km-es hosszra is csak 4 cm. Magyarországon 400 km-nél nagyobb központi távolság nincs.



15. ábra

Magyarországnál jelentékenyen nagyobb területre az egyik gömb adatait át lehet redukálni a másik gömb méreteire, egyszerűen a

$$\vartheta'_i = \vartheta_i \frac{R_2}{R_1}$$

összefüggés alapján. Ha most már a sztereografikus távolságokat mindkét rendszerről az R_2 sugárral számítjuk, akkor a $q_1 - q_2$ különbség teljesen eltűnik.

Mivel az ismertetett körülmények — amelyek a kiinduláskor csak feltételezések voltak — fennállnak, megállapítható, hogy a két különböző ellipszoidon fekvő hálózatok azonos pontjai földrajzi koordinátáinak eltéréseit gyakorlati szempontból igen jól tükrözik a levezetett síkkordináták különbségei (*15. ábra*). Az eltéréseknek jelentékeny összetevője a két ellipszoid más-más elhelyezkedéséből származó szabályos jellegű rész, általában lényegesen kisebb összetevője pedig a két hálózat ellentmondásaiból származó véletlen jellegű rész. Ennélfogva a HELMERT-*féle* transzformációs kiegyenlítő számítást ezekre alkalmazva, valóban hozzájutunk az elhelyezkedést jellemző tényezők legvalószínűbb értékéhez.

*

Bár nem tartozik sem a geodéziai főfeladatok megoldásához, sem két ellipszoid viszonyított helyzetének vizsgálatához, befejezésül mégis megemlítem, hogy az *ellipszoid loxodromáinak* vizsgálatát is sikeresen végeztük el vetület alkalmazásával, a normális elhelyezésű szögtartó hengervetületén, az általánosan ismert MERCATOR-*vetületen.*

Összefoglalás

A bonyolult ellipszoidi számítások egyszerűbbé tehetők, ha azokat az ellipszoid valamely alkalmas síkvetületén végezzük. Alkalmas vetület pl. a GAUSS—KRÜGER-féle, ha a kezdőmeridiánt megfelelően választjuk meg.

Két különböző ellipszoid egymáshoz képest való elhelyezkedését ugyancsak lehet vetületi úton vizsgálni.

Ha a régebbi ellipszoidon egy régi, az újabbon pedig egy új hálózat van elhelyezve, akkor jelentékeny eltérések mutatkoznak a két hálózat összhangja között is. Ezért a vizsgálatnál a szabatosságból csekély mértékű engedmény tehető, és a két ellipszoid egymáshoz viszonyított helyzete egyszerűbben is megállapítható. Mindkét ellipszoidról egy-egy ún. közepessugarú gömb útján át kell térni a sztereografikus sík vetületre, és ott az ellipszoidok helyzetmeghatározói egyszerű HELMERT-féle transzformációval megállapíthatók.

IRODALOM

1. HAZAY I.—TÁRCZY-HORNOCH A.: A Gauss—Krüger koordináták számítása. Akadémiai kiadó, Budapest 1951.
2. HAZAY I.: Földi vetületek. Akadémiai kiadó, Budapest 1954.
3. HAZAY I.: Vizsgálatok a különböző ellipszoidok közötti vetítés köréből. Geodézia és Kartográfia **7**, 1—4, 1955 [Németül: Acta Technica XIV. (1956).]
4. HAZAY I.: Vetülettan. Tankönyvkiadó, Budapest 1964.
5. HOMORÓDI L.: Felsőgeodézia. Tankönyvkiadó, Budapest 1966.
6. HŐNYI E.: Két földi ellipszoid relatív helyzetének meghatározása a háromszögelési hálózat alapján. Geodézia és Kartográfia **19**, 4, 1967.

BEVEZETŐ FÜLÖP JÓZSEF SZÉKFOGLALÓJÁHOZ*

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

AKADÉMIKUS

A tudomány fejlődésének napjainkban egyik legjellemzőbb sajátsága a kutatás kollektivitásának rohamos fokozódása, másrészt a szervezési kérdések előtérbe nyomulása a feladatok elmélyülésének és kiszélesedésének megfelelően. Különösen figyelemre méltóak ezek a problémák a rendszeresen nagy tér- és időbeli méretekkel dolgozó földtudományok esetében. Mindinkább szükség van ezért — különösen a földtudományok területén — a vezető tudósoknak arra a típusára, aki egyesíti a részletkérdésekbe is behatolni képes szakember, a széles látókörű kutatásszervező és a történelmi érzékkel bíró, ideológiai biztonsággal rendelkező tudománypolitikus adottságait.

Ennek a ma még viszonylag ritka tudóstípusnak egyik legjobb hazai földtudományi képviselője az a szaktársunk, akinek székfoglalójára ma összegyűltünk.

Fülöp József pályafutásának áttekintése során képet kapunk arról is, hogy milyen adottságokból és hogyan fejlődik ki a tudós e típusa a földtudományágban.

Egy látszólagos aprósággal kezdem. A valódi geológust rendszerint a jelenségek pontos, rajzban részletezhető és így rögzített felismerésének kedvtelése, képessége jellemzi. Ez lényegesen hozzájárulhat annak a nélkülözhetetlen, komplex tér- és időbeli látásmódnak kifejlődéséhez, ami a földtudományi gondolkodás alapja. Aligha túlozunk, ha kapcsolatot keresünk a gyermek Fülöp József feltűnő rajzoló-, festőképessége és az országos földtani térképezés későbbi magas tudományos szintre emelőjének eredményei közt.

Fülöp József — gyárimunkás gyermekeként — korán döntő benyomásokat szerzett a társadalmi problémák súlyáról, másrészt a konkrét ismereteknek a gyakorlati életben való döntő szerepéről. Volt képessége, ereje arra is, hogy kiváló tanulmányi eredmények elérése mellett részt vegyen környezetének társadalmi és politikai munkájában.

Népi kollégiumba kerülve mind határozottabb alakot öltöttek benne a tudomány és a szervezés egységének döntő fontosságáról való benyomásai.

* Elhangzott az MTA X. Osztályának 1968. IV. 24-én tartott ülésén.

Céltudatosságára, tájékozottságára, képességeire, szorgalmára mi, egyetemi oktatói is mindinkább felfigyeltünk, és így korán, egymás után két tanszéken is bevontuk őt a felsőoktatás munkájába.

Tudományos érdeklődését már ekkor különösképp megragadta az ország földtanának egyik gyakorlatilag legfontosabb, egyben igen bonyolult kérdése, a Magyar Középhegység bauxitos, kőszenes mezozoikuma üledékes földtanának sokoldalú tudományos problémakomplexuma.

Egészséges és a realitásokhoz kapcsolódó látásmódja lehetővé tette, hogy nemsokára a tudományszervezői vonalon is kipróbálja képességeit. Fiatalon a Minisztertanács Ipari Osztályára került, ahol most már a tudománypolitika gyakorlati kérdéseinek megoldásában is részt vehetett.

Kapcsolatai a szaktudományos kutatással ugyanakkor töretlenek maradtak. Így a magyar földtudomány szocialista szellemű átszervezésekor legalkalmasabbnak mutatkozott az egyik időszerű feladat megoldására, a MÁFI üledékes földtani osztályának szervezésére és vezetésére. E gyakorlattal gazdagodva azután az intézet igazgatóhelyettese, majd 1958-ban igazgatója lett.

Most már képességei és eddigi sokoldalú gyakorlati tapasztalatai latbavetésével korszerűvé fejleszthette a sok évtizedes Földtani Intézet alapvető, maradandó feladatát, az ország részletes földtani felvételét és földtani adottságainak a gyakorlati élet igényeihez mért megismertetését.

Vezetése alatt a MÁFI földtani térképező munkájában valóban új korszak indult meg. Kifejlesztette az egyes területek komplex munkával való felvételét és a munka eredményeinek párhuzamos földtani, hidrogeológiai, geokémiai, gazdasággeológiai térképen való rögzítését. Az ő nevéhez fűződik az ország legújabb, első prognózistérképei kidolgozásának megszervezése is.

Munkája tehát nemcsak a jelen szükségleteit, hanem a jövő feladatainak jobb megoldását is szolgálja.

Jövőbemutatók azok a fáradozásai is, amelyekkel a MÁFI fiatal szakember kollektívájának nevelését biztosítja.

Ugyanakkor mindinkább rendszeres munkát végez a magyar földtani kutatás továbbszervezésében, a Földtani Kutatási Tanács sok fontos munkálatának előkészítésében. Rá hárult az országos távlati tudományos kutatási terv leginkább földtani jellegű főfeladata, Koordináló Bizottságának titkári feladata is.

Szervezőkészségének sokoldalúságára jellemző, hogy az Eötvös L. Geofizikai Intézet átszervezése idején ennek az intézetnek ideiglenes vezetői feladatkörét is kiváló eredménnyel látta el.

Látóköre szélessége és ideológiai biztonsága következtében a politikai életben is mindinkább magas beosztásban működik. A kerületi Pártbizottság Végrehajtóbizottságának tagja, majd a Pártbizottság mellett működő Ideológiai Bizottság vezetője lett.

Mindezek mellett sem hanyagolja el saját részletes kutató munkáját. Céltudatosan haladt a hazai krétakorú képződmények vizsgálatában a Gerecse

majd a Bakony, a Mecsek, a Vértes és a Villányi-hegység krétájának feldolgozásában. Az üledékképződés egyes fázisainak, a bauxit és a tengeri mészkő viszonyának pontos elemzése, e korszak paleogeográfiájára vonatkozó térképei és szelvényei sok fontos információt nyújtottak a magyar földtani megismerés számára. E munkáival olyan nemzetközi elismerésre tett szert, ami a Nemzetközi Földtani Kongresszus Mediterrán Földtani Bizottságának elnökévé választásához vezetett. E feladatkörben is megnyilvánul szakmai biztonsága mellett szervezőkészsége is, mellyel emlékezetes sikerré avatta a magyarországi 1959. évi Nemzetközi Mezozóos Konferenciát.

Jellemző lelkiismeretességére és céltudatosságára, hogy elmélyült tudományos szinten vizsgálja az időszerű tudományszervezési feladatokat, a gazdaságilag fontos területrészek földtani feldolgozásának módszertani kérdéseit, és egyéb olyan, főleg a földtani térképezéssel összefüggésben álló kérdéseket, melyeket régi nagyjaink is mindig a hazai földtan fejlődésének döntő problémájaként kezeltek.

Így volt képes a Magyar Tudományos Akadémia Földtani Bizottsága elnökeként is lényegesen továbbfejleszteni e bizottságunk munkáját.

Mindezen munkájának természetes következményeként a Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának megalakulásakor megválasztottuk az osztály vezetőjének helyettesévé, legutóbbi közgyűlésünkön pedig az Akadémia levelező tagjává.

Íme az eddigi pályafutás, mely FÜLÖP JÓZSEFben a korszerű, széleslátókörű földtantudósnak három aspektusát, a szakmai kutatóét, a tudományszervezőét és a tudománypolitikusét kifejlesztette.

Most pedig szólaljon meg maga a tudós, aki az Akadémia levelező tagjaként is immár elismert, kiváló vezető munkása tudományának és szocialista hazánk fejlődésének.

Felkérem FÜLÖP JÓZSEF lev. tagot székfoglalójának megtartására.

A FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS TÖRTÉNETE, HELYZETE ÉS FELADATAI MAGYARORSZÁGON*

FÜLÖP JÓZSEF

LEVELEZŐ TAG

A magyarországi földtani térképezés történetének, helyzetének és feladatainak áttekintését számos körülmény teszi időszerűvé: Mindenekelőtt az elmúlt tíz évben megvalósított országos földtani térképezési program tapasztalatainak elemzése, eredményeinek általánosítása és a további feladatok tudományos megalapozása.

A mesterséges feltárások széles körű alkalmazása, a geofizikai mérések és a földtani térképezés összehangolt vitele, valamint a laboratóriumi anyagvizsgálati módszerek nagyarányú fejlődése és tömeges adatszolgáltató képessége forradalmi változásokat hozott létre az elmúlt évtizedben a földtani térképezés és térképszerkesztés terén. Ez legszembetűnőbben a földtani térképek változatainak ugrásszerű megnövekedésében, másrészt a földtani tartalom sokirányú méretezettségében jut kifejezésre.

A földtani térképek hagyományos, gyakorlati célú felhasználása mellett új feladatként jelentkezett hasznosítható ásványos anyagaink további feltárási lehetőségeinek előrejelzése, prognózistérképek és tanulmányok alakjában; a földtani kutatás és a hazai nyersanyagbázison működő ipar reális fejlesztési irányelveinek kidolgozása érdekében.

Korszerű földtani alaptérképek kimunkálása szükséges a területrendezési, településfejlesztési, vízfeltárási, vízépítési és vízgazdálkodási tervekhez.

Előreveti árnyékát a nagyarányú ipari tevékenység káros melléktermékei eltüntetésének egyre növekvő gondja, amelynek megoldásában a földtani térképeknek jelentős szerepük lesz.

Mindezen gyakorlati jellegű szükségletek mellett átfogó tudományos helyzetkép kialakítását igényli a Magyar Állami Földtani Intézet alapításának 1969-ben sorra kerülő centenáriuma, amelynek kapcsán ebben a kérdésben az UNESCO-tól is támogatott széles körű nemzetközi eszmecserére kerül sor.

Tudományos vizsgálatokra rendelkezésre álló erőink leghatékonyabb felhasználása érdekében Akadémiánk elnöksége is sürgette a tudományos helyzetképek kimunkálását. A földtani térképszerkesztés érdemes ilyen jellegű

* Székfoglaló előadás. Elhangzott az MTA X. Osztályának 1968. IV. 24-én tartott ülésén.

feldolgozásra, mert széleskörűen tudományos és gyakorlati kapcsolatú. Célkitűzéseiben és kísérleteiben nemcsak a kor szükségletei tükröződnek, hanem tudományunk fejlettsége és problémalátása is. A földtani térkép négy dimenziót felölelő matematikai tömörségű közlésmódja nemzetközileg közérthető szimbolikával párosul. Olyan eszköz, amellyel a kutató természeti törvényszerűségeket tár fel és mutat be.

Rátérve a történelmi tanulságok áttekintésére, egészen a XVIII. századig kell visszamennünk, hogy a magyarországi földtani térképek megjelenésének körülményeit megismerjük.

Ebből az időből még a legfejlettebb európai országokban is csak az előfutárait ismerjük a földtani térképeknek. A földkérget felépítő képződmények első rendszerbe foglalása, a földtannak rendszeres megfigyelő tudománnyá alakulása ABRAHAM WERNER GOTTLOB, a freibergi bányászati akadémia tanárának működésével a XVIII. század végére esik. A földtani térképek rétegtani alapon való szerkesztése — az ősmaradványok korhatározó szerepének felismerése nyomán — a XIX. század első évtizedeiben WILLIAM SMITH munkássága révén valósult meg.

Ezért a földtani térképek hiánya a XVIII. századi Magyarországon önmagában még nem jelentett lényeges lemaradást az európai fejlődéstől. Politikai függőségünk, a megmerevedett feudális viszonyok, a céhes keretek között tengődő ipar, a külkereskedelemben az agrárfeleslegek kivitele és az ipari termékek behozatala voltak azok a fő okok, amelyek a földtani ismeretek szélesebbkörű elterjedésének már akkor is gátat szabtak, és a földtannak, valamint a földtani térképezésnek a XIX. század első felében Európa-szerte végbement rohamos fejlődése idején fél évszázados elmaradásunkat okozták.

A magyarországi tudományművelés földtani vonatkozásban a XVIII. században és a XIX. század első felében — bányászati kapcsolatai révén, valamint a német földtani iskola hatására — főként ásványtan jellegű. Mozgató rugója gyakran a színes és érdekes ásványgyűjtemények felállítása.

A bányászat súlyát a XVIII. században az arany-, ezüst-, réz- és kősóbányászat képezte, amely 1567 óta királyi monopólium. A bányák jövedelme a bécsi udvari kamara bevételét gyarapította, és így az ország gazdasági életére semmiféle hatással nem volt. A magánvállalkozások elsősorban a vasérc bányászatára irányultak. A kőszén felhasználása a szállítási nehézségek és a csekély igény miatt csak rendkívül lassan haladt előre annak ellenére, hogy Mária Terézia rendeletére új lelőhelyek felfedezését 50, felhasználását pedig 100 aranynyal jutalmazták.

A XVIII. század végéig közreadott magyarországi térképeken az említett bányászati és ásványtani kapcsolat jutott esetenként kifejezésre. Ezeket a térképeket három csoportba oszthatjuk:

Különböző méretarányú topográfiai térképek, ásványlelőhelyek feltüntetésével. Ide sorolhatók:

Wolfgang Lazius 1556-ban [1], Luigi Ferdinando Marsigli 1726-ban [2], és Korabinszky Mátyás 1786-ban [3] megjelent térképei, valamint Magyarország I. katonai felvétele 28 800-as méretarányban, amelynek térképlapjait a határterületeken 1766 és 1773 között, a belső országrészeken 1782 és 1787 között készítették el.

A felsorolt térképek közös vonása, hogy az ásványelőhelyek jelei még nem váltak külön az egyéb topográfiai jelektől.

Áttekintő lelőhelytérképek:

Kempelen Farkas [4] és Johann Fichtel sótérképe [5] 1760 és 1780-ból, valamint Emericus Milecz: Mappa Regni Hungarie c. térképe 1773-ból [6].

Ezeken a térképeken a földtani vonatkozású jelek már kiemelt alakban szerepelnek.

Részletes lelőhely- ill. bányaföldtani térképek előfutárai: Tringl Ferdinánd: A Sóvár környéki bányák térképe 1740-ből [7],

Ziepser Máté: Selmec környékének térképe 1747-ből [8],

Born Ignác 1774-ben úti levelek alakjában megjelent munkájában közölt térképvázlat és szelvény [9], valamint

Marsiglinek a vízaknai kősóbányáról és a meggyesi földgáz-szivárgásokról közölt térképei és szelvényei [10].

Ezeken a térképeken a topográfia és a bányaművek még lényegesen több részlettel vannak ábrázolva, mint a földtani viszonyok.

A magyarországi földtani térképek eddig alig figyelembe vett előtörténete után, mintegy átmenetként a valódi földtani térképekhez vezető úton, — jelent meg 1797-ben Londonban, Robert Townson angol világutazónak, az Angol Királyi Társaság tagjának 1793-ban hazánkban tett látogatása alapján szerkesztett: Utazás Magyarországon c. műve [11]. Az ennek mellékleteként beiktatott Korabinszky-féle topográfiai térképen a bejárt útszakaszokon, illetve területeken 13 féle földtani képződményt határozott meg és tüntetett fel. Ez az első, nagyobb területeket felölelő, színezett földtani térkép hazánk területéről.

Kevés figyelemre méltatták eddig tudománytörténettel foglalkozó íróink a kiváló lengyel tudós Stanislaw Staszic: A Kárpátok felépítése c., 1815-ben megjelent munkáját és annak térképmellékletét [12], amely a Dunántúl kivételével Magyarország földtani felépítését is ábrázolja. A földtani képződményeket, Werner beosztását némileg módosítva, 5 féle színnel jelölt képződménycsoportba foglalta. Ezeken belül 153 féle ásvány, kőzet és ősmaradvány megjelölést alkalmazott, melyeket a térképen számozással tüntetett fel. Önálló csoportba foglalta össze az ércbányákat és azok termékeit. Külön jeleket alkalmazott a rétegek csapásirányának jelölésére.

Az egész országra kiterjedő, átfogó földtani térképet először François Sulpice Beudant francia geológus szerkesztett Magyarországról, 1818-ban

tett utazása alapján [13]. Egymilliós méretarányú földtani térképén 4 csoportra osztott 24 féle földtani képződményt tüntetett fel. Beosztása fejlett időrendiséget tükröz.

BEUDANT művét hosszú évtizedeken át nagybecsű alapmunkaként használták. Magyarországi utazásának 150. évfordulóján tisztelettel emlékezünk népünk őszinte barátjára, hazánk földtani felépítésének úttörő kutatójára, a Párisi Egyetem tudós professzorára, a Francia Tudományos Akadémia 1824-ben megválasztott tagjára.

Kiemelkedő munka a XIX. század első felében AMI BOUÉ: Erdély földtani térképe [14]. Jelkulcsában kőzettani fogalmakon kívül rétegtani megjelölések is találhatók.

A XIX. század első évtizedeiben a monarchia területén, WERNER hatására Ausztriában indult szélesebbkörű földtani kutatás, amelyet a Montanistisches Museum, valamint a Geognostischer Verein támogatott. Számos kéziratos földtani térkép született, elsősorban a bányavidékeken. A munka előrehaladását jelzi az a nagy mennyiségű anyag, amelyet a Münz und Montanistische Hofkammer rendeletére a Monarchia első földtani térképének összeállítása céljából a bányászati hivatalok a Montanistisches Museum számára megküldtek. WILHELM HAIDINGER bányaügyi tanácsos, aki 1841—1845 között az áttekintő földtani térkép szerkesztését végezte, részletesen beszámolt a rendelkezésére bocsátott forrásmunkákról. A monarchia 1845-ben kinyomtatott áttekintő földtani térképe a földtani térképezés első évtizedeinek eredményeit foglalta össze [15]. Jelkulcsa még uralkodóan kőzettani jellegű. A rétegtani időszakbeosztással kapcsolatos nevek még alárendeltek, de a képződési sorrend határozottan kifejezésre jut. Magyarország elnagyolt ábrázolása kevés előrehaladást jelent BEUDANT munkájához képest.

Közben a XVIII. század végétől a XIX. század közepéig igen jelentős változások mentek végbe Európa gazdasági és társadalmi életében. A gőzgép széleskörű alkalmazása a gyáripar kifejlődéséhez, a gőzhajózás és a vasúti szállítás bevezetéséhez, a vasérc- és a kőszénbányászat fellendüléséhez vezetett. Társadalmi téren a nemzeti kultúra és a nemzeti államok kialakulására irányuló törekvések érvényesültek. A természettudományok, közöttük a földtan is, rohamos fejlődésnek indultak. Létrejöttek az első földtani társulatok és intézetek.

A hazai földtan kialakulására döntő mozzanat, amikor 1848-ban Videfalván lelkes szakemberek megalakítják a Magyarhoni Földtani Társulatot. Nagyot lendített a hazai földtan előrehaladásán, hogy az 1849—50-es tanévtől kezdve, átmeneti megszakítással, a rendkívül széles látókörű és nagy tudású SZABÓ JÓZSEF töltötte be a pesti egyetem átszervezett ásvány-földtani tanszékét.

A tudományos törekvéseket nálunk is a meginduló gazdasági fejlődés segítette. 1830 után erőteljesen fejlődésnek indult a gőzhajózás és egy sor

olyan iparág, amely földtani nyersanyagok használatára támaszkodott. Egybeesett ezzel SZÉCHENYI fellépése, aki széles körű reformokra törekedett, majd a nemzet KOSSUTH vezetésével forradalmi úton kívánta megszüntetni lemaradását. A vesztett szabadságharc azonban egy időre jelentősen lefékezte az önálló nemzeti törekvéseket.

A földtani kutatás rendszeres vitelére 1849-ben Bécsben létrehozták a Birodalmi Földtani Intézetet és vezetésével a monarchia első áttekintő földtani térképének szerkesztőjét, WILHELM HAIDINGERT bízták meg. A nagy lendülettel megindult földtani térképezés topográfiai alapjául a II. katonai felvétel 28 800-as méretarányú lapjait használták. A terepi felvétel anyagát 144 000-es általános térképekre redukálták. Hazánk területén 1858-ban kezdték meg a rendszeres földtani térképezést, 1867-ig részletesen felvették az ország északi részét és a volt bánáti határőr vidéket. A többi területet átnézetesen térképezték. A monarchia földtani térképezése másutt is gyorsan haladt előre, úgy, hogy a második igazgató, FRANZ HAUER, 1867-ben már új áttekintő földtani térkép szerkesztésével és közreadásával kezdhette munkáját [16]. Térképe 576 000-es méretarányban jelent meg, és 102 féle földtani képződményt tüntetett fel. A jelkulcs a rétegtani időszak-beosztás rendszerén épült fel, és csak másodsorban jelölte a kőzettani kifejlődést, esetenként az egyidejű fácieseket. Ezt a térképet egyszerűsített formában 2,016 000-es méretarányban többször is kiadták [17].

A bécsi földtani intézet Magyarországot is felölelő működése idején magyar geológusok is részt vettek az ország földtani vizsgálatában, és a kor színvonalán álló földtani térképeket szerkesztettek:

> PETTKÓ JÁNOS, a selmecbányai bányászati akadémia tanára, 1855-ben Selmecbánya és környéke részletes földtani térképét adta közre [18].
>
> SZABÓ JÓZSEF Pest-Buda területének földtani térképét [19], Békés és Csongrád vármegye földtani térképét [20], a Tokajhegyalja földtani és szőlő-művelési térképét [21], Heves és Szolnok megye geológiai térképét publikálta [22]. Munkáiban korát meghaladó agrogeológiai és messze előremutató geokémiai szemlélettel találkozunk.
>
> HANTKEN MIKSA a Dunántúli Középhegység kőszénterületeinek behatóvizsgálatával foglalkozott és „Az új-szőny—pesti Duna s az új-szőny– fehérvár—budai vasút befogta terület földtani térképét" [23] készítette el.

A politikai és gazdasági fejlődés 1867-ben az ún. kiegyezéshez vezetett. A bécsi földtani intézet ekkor azzal a javaslattal fordult a magyar kormányhoz, hogy a magyar állam költségére tovább folytatja Magyarország földtani felvételét. GOROVE ISTVÁN földművelés-, ipar- és kereskedelemügyi miniszter azonban SZABÓ JÓZSEF, ZSIGMONDY VILMOS és a Magyarhoni Földtani Társulat

javaslatára azt a tervet fogadta el, hogy a magyarországi földtani vizsgálatokat a bécsi intézettől függetlenül, a magyar geológusok végezzék. Erre a célra már 1868-ban a minisztérium keretében földtani osztályt szervezett, majd egy évvel később az önálló magyar földtani intézetet indította útjára. Az intézet alapszabálya máig is érvényes módon: „az ország részletes földtani felvételét, és a felvétel eredményeinek a tudomány, a földművelés és az ipar igényeinek megfelelő módon való megismertetését, valamint a magyar államterület általános és részletes földtani térképeinek elkészítését és kiadását" jelölte meg feladatául.

A tudomány és a gyakorlat ölelkeznek e programban, amelyek együttes ápolására az intézet legjobb korszakaiban mindig nagy gondot fordítottak.

Néhány főből álló lelkes geológus gárda már 1868-ban megkezdte a földtani vizsgálatokat Budapest környékén, majd a Dunántúl földtani térképezését vette programjába. A munka gyorsan haladt, és 8 év alatt, kevés kivétellel, a Dunántúl egész területének térképezésével elkészültek. Ez a térképezés a bécsi földtani intézet munkájának folytatásaként arra az időre esett, amikor az áttekintő földtani felvétel fokozatosan a részletes földtani és rétegtani vizsgálatok irányába fordult. HANTKEN MIKSA eocén és oligocén tanulmányai, HOFMANN KÁROLYnak a Budai-hegységben és a Mecsekben végzett vizsgálatai, BÖCKH JÁNOS bakonyi és mecseki munkái, földtani képződményeink rétegtani viszonyainak alapvető megismeréséhez vezettek.

A dunántúli felvétel befejezése után a térképező munka súlya az Alföld keleti peremén emelkedő hegységek területére helyeződött át, és fokozatosan terjedt ki az Északkeleti-Kárpátok, az Erdélyi-medence és a Déli-Kárpátok vizsgálatára. 1879-től 1918-ig ezen a területen dolgozott az intézeti geológusok nagyobbik része.

Közben megváltozott a földtani felvételek topográfiai alapja. 1869 és 1887 között az egész országról elkészültek a III. katonai felvétel 25 000-es és 75 000-es térképlapjai. A térképező munka és a térképkiadás a múlt század 80-as éveitől kezdve már ezek felhasználásával történt.

Ebben az időszakban kezdődött meg a rétegdőlések és szerkezeti elemek rendszeresebb ábrázolása a felvételi lapokon.

A földtani vizsgálat területenként általában egy-egy geológusra hárult, aki a földtani felépítés jellegéhez igazodó részletesebb ásvány-kőzettani vagy rétegtani vizsgálatokat is végzett.

Munkamegosztás a közvetlen gyakorlati célú bányaföldtani, vízföldtani és agrogeológiai vizsgálatok megszervezésében jelentkezett.

A bányageológiai felvételek a jelentős bányavidékeken tulajdonképpen részletesebb földtani térképezést jelentettek. 1883-ban kezdődtek Selmecbányán, majd Körmöcbánya, Nagybánya, Felsőbánya, Kapnikbánya, az Erdélyi Érchegység aranylelőhelyei és a Szepes-Gömöri Érchegység került sorra. A részletes bányaföldtani térképek mellett országos áttekintő gazdaságföldtani térképeket is szerkesztettek az ismert kőszén- és tőzegtelepekről, érc-

és ásványlelőhelyekről, valamint a gyakorlatban felhasznált kőzet- és agyagfajták elterjedéséről.

1893-ban WEKERLE SÁNDOR miniszterelnök és pénzügyminiszter BÖCKH JÁNOShoz, a Földtani Intézet igazgatójához fordult a magyarországi petróleumkutatások rendszeres megindítása érdekében. Ezt követően még ugyanebben az évben megkezdődtek a részletes vizsgálatok az ismert szénhidrogénindikációk területén.

A gazdaságföldtani kutatások legnagyobb eredménye 1910-ben a mezőségi földgáz feltárása volt.

SZABÓ JÓZSEF javaslata nyomán 1891-ben sor került az agrogeológiai osztály megszervezésére. Ezzel kezdetét vette az ország síkvidéki területeinek rendszeres földtani és talajtani vizsgálata. A filoxera-járvány hatására részben síkvidékekre húzódó és homokos területeket igénylő szőlőtelepítések, a gabonaválságból kiutat kereső és ipari növények termesztése felé tekintő mezőgazdaság, a lápterületek lecsapolása, az ármentesítés és a folyószabályozás, az öntözés kezdetei és a szikesek talajának vizsgálata központi feladattá tették a síkvidékek földtani térképezését és beható tanulmányozását.

1892-ben a vízügyek és a vasútépítkezések földtani problémáinak megoldására a Földtani Intézetben osztálygeológusi állást szerveztek. A hamarosan igen kiterjedt feladatkört jelentő részletes hidrogeológiai vizsgálatok mellett elkészítették az ország fúrt kútjainak és ásványvíz forrásainak áttekintő térképét [24].

A differenciálódás és a részletek felé forduló munkavégzés mellett kellő figyelmet fordítottak elődeink az átnézetes földtani térképek szerkesztésére is. Az ilyen irányú munka az első nemzetközi földtani kongresszusok egységesítést célzó állásfoglalásaira támaszkodott.

1870 óta a geológusok egyre gyakrabban vetették fel egy nemzetközi összejövetel szükségességét, ahol rendet kívántak teremteni a geológia nyelvezetében. A philadelphiai nemzetközi kiállítás hatására, — ahol a világ különböző részeiről készült földtani térképek is bemutatásra kerültek — egy bizottságot alakítottak, amelyet azzal a feladattal bíztak meg, hogy mérlegelje a nemzetközi földtani kongresszus létrehozásának lehetőségét.

A küszöbön álló párisi világkiállítás kínálkozott erre jó alkalomnak. A bizottság azzal a kéréssel fordult a Francia Földtani Társulathoz, hogy az 1878. évi párisi világkiállítás kapcsán rendezzenek egy nemzetközi földtani kongresszust is. A kongresszus fő célkitűzéseként a földtani térképek és grafikus anyagok szerkesztési szabályainak, a nevezéktan szabályainak és a rétegtani osztályozásnak egységes kidolgozását javasolták. A Francia Földtani Társulat közbenjárására a francia kormány a földtani kongresszust felvette a kiállítás kapcsán tervezett nemzetközi rendezvények sorába. A kongresszus legtöbb előadása a terminológia egységesítésével, és a térképi ábrázolás összehangolásával foglalkozott. A záróülés bizottságot alakított a földtani térképszerkesztés és a föld-

tani nevezéktan egységesítésére, valamint az őslénytani és ásványtani nevek használati szabályainak kidolgozására. Az első kongresszus nyomán megindult széleskörű munka lehetővé tette, hogy az 1881-ben, Bolognában megtartott második nemzetközi földtani kongresszus lényegében realizálni tudta az egységesítésre irányuló törekvéseket. A magyar szakemberek aktív résztvevői voltak ennek a munkának. HANTKENnak például nagy szerepe volt abban, hogy a földtörténeti időszakok színjelzéseinek megválasztásában az egyszerűségre való törekvés érvényesülhetett. Kiemelték a magyar javaslatot a magmás képződmények osztályozását illetően is.

Ilyen előzmények után került sor Magyarország új áttekintő földtani térképeinek megszerkesztésére. Először a nemzetközi szerkesztéssel készülő Európa földtani térképe számára készítették el az ország egész területét felölelő D5-ös jelű térképlap [25], 1 296 000-os méretarányú kéziratos példányát. Majd a Földtani Társulat választmányának 1887-ben hozott határozata alapján célul tűzték ki, hogy 1 000 000-s méretarányban kiadják az ország geológiai térképét. Az előkészítés és kiadás 1896-ig húzódott el [26]. A térkép jellegzetessége, hogy az üledékes eredetű földtani képződményeket kizárólag rétegtani alapon tünteti fel.

LÓCZY LAJOS az 1900-as párisi világkiállításra 360 000-es méretarányban újra megszerkesztette Magyarország áttekintő földtani térképét, amelyet aranyéremmel tüntettek ki. A csak kéziratos alakban rendelkezésre álló térkép a budapesti egyetem földtani és földrajzi tanszékén később oktatási célokat szolgált.

A megjelent átnézetes földtani térkép iránt megnyilvánult nagy kereslet és a térkép fogyatékosságai sürgőssé tették egy új áttekintő földtani térkép megszerkesztését és közreadását. Ennek megvalósítására az 1909-ben földtani intézeti igazgatóvá kinevezett LÓCZY LAJOS korszerű alapok megteremtésével törekedett. Ezért az erdélyi felvételeknek új területekre való kiterjesztése mellett az ország további, részletesen még fel nem térképezett területeinek vizsgálatát is programjába vette, és a korábban térképezett területek korszerű újravizsgálatát is megindította. A gyorsan múló idő és az Osztrák-Magyar Monarchiát elsöprő történelmi vihar azonban megakadályozták tervei kivitelében.

BEUDANT magyarországi utazása és a monarchia összeomlása között eltelt kerek 100 esztendő alatt a magyarországi földtani térképezés hatalmas utat tett meg a külföldi utazók úttörő munkáitól, a központosító osztrák kormányzat birodalmi érdekeket szolgáló földtani intézetének rendszeres földtani térképezésén át az önálló magyar földtani kutatás megszületéséig és annak felvirágzásáig.

Az első térképek a földtani képződmények beosztását illetően WERNER befolyását tükrözik, majd a francia és angol rétegtani irányzat formálta át lépésről-lépésre a földtani térképek jelkulcsát. A földtani térképszerkesztés nemzetközi egységesítő törekvéseiben már teljesen egyenjogú partnerként, aktívan

vett részt az önállósult magyar földtan. A század második felében részletes földtani vizsgálatok kezdődtek. Ezek egyre inkább hegységek és medencék átfogó vizsgálatára irányultak, fokozatosan háttérbe szorítva a térképlapok rendszeres felvételét. A térképezés fő módszere mindvégig a kijelölt területek egy-egy geológus részéről történő bejárása, a helyszíni megfigyelések térképi rögzítése, a földtani felépítéshez igazodó, a geológus felkészültségétől és érdeklődésétől függő, részletesebb kőzettani vagy rétegtani vizsgálat maradt.

Egy adott terület sokrétű vizsgálatára, korát meghaladó kivételként a Lóczy Lajos által szerkesztett Balaton monográfia egyedülálló példa, amelynek kapcsán 60 tudós 20 éven át hordta össze és dolgozta fel a Balaton-vidék földtani, őslénytani, földrajzi, meteorológiai, hidrogeológiai, néprajzi, régészeti és történelmi anyagát. Lóczy mutatott példát a földtörténeti, őslénytani, ősföldrajzi, nagyszerkezeti és morfológiai szemlélet érvényesítésére is, sürgetve annak széleskörű bevezetését. A kiteljesedéshez tartozik a specializálódás, amely praktikus és teoretikus viszonylatban egyaránt gyorsan szült értékes eredményeket. A mai nemzetközi hírű magyar szénhidrogénkutatás és vízföldtan a századforduló körül élte első évtizedeit. A talajtani irányzat Szabó Józsefnek korát meghaladó kezdeti lépései után a század utolsó évtizedében szökkent szárba. Elvi és módszertani problémák megoldására Lóczy Lajos 1909-ben Budapestre hívta össze az első nemzetközi agrogeológiai konferenciát. A konferencia olyan lendületet adott a síksági területek agrogeológiai térképezésének, hogy Treitz Péter, aki az egyik legtevékenyebb talajtérképező abban az időben, a háborús események ellenére 1918-ig elkészítette az ország első átnézetes talajtani térképét [27].

A Tanácsköztársaság forradalmi szellemű geológusai a földtani kutatás tudományos alapon való továbbfejlesztését kívánták. A talajtan művelésére önálló Talajtani Intézetet hívtak életre. Az ellenforradalom hatalomrajutása azonban hamarosan kioltott minden reményt a földtan gyors haladását illetően. Zilált és zavaros évek következtek.

A Földtani Intézet 1925-ig igazgató és kutatási program nélkül, az inflációs nehézségekkel küzdve tevékenykedett. Az energiaellátás problémáinak megoldásába való bekapcsolódásban keresett kiutat. A dorogi, a vértesi, a pilisi és a borsodi barnakőszénterületeken végeztek részletes földtani vizsgálatokat. Később e felvételeket fokozatosan más területekre is kiterjesztették. Folytatódtak az agrogeológiai felvételek is, miután előzőleg a talajtani kutatásokat ismét az intézethez kapcsolták. Ezen a téren 1924-ben újabb elvi és módszertani jellegű vitára került sor. Ekkor mutatta be Treitz Péter Magyarország klimazonális talajtérképének kéziratos lapját, és tervet dolgozott ki a munka további folytatására. Közel 10 évig azonban lényeges előbbrejutás nem történt. A 20-as évek elején az intézet elhatározta egy új átnézetes földtani térkép kiadását. Azonban az előkészületeket megelőzve — 1923-ban Papp Károly saját átdolgozásában kiadta Lóczy Lajosnak 1910-ben szerkesztett földtani térképét [28].

A földtani térképezés további történetére a két világháború között a Földtani Intézet három egymást követő igazgatójának működése nyomta rá a bélyegét.

Az első NOPCSA FERENC, a világhírű geológus-paleontológus, aki 1925 és 1928 között irányította a Földtani Intézet munkáját. Programjában a fő súlyt az átfogó elméleti munkára helyezte. Célkitűzései között megemlítette ugyan az agrogeológiai és bányaföldtani kutatások jelentőségét, de ezek a programpontok elméletiek maradtak. Az intézet központi feladatát képező földtani térképezés is a régi mederben folyt tovább. A korábban megkezdett tudományos munkák közreadásának támogatásával azonban nagy szolgálatot tett a hazai földtan ügyének. Az ekkor megjelentetett munkák közül kiemelkedő értékű VADÁSZ ELEMÉR mecseki monográfiája, 75 000-es méretarányú földtani térképpel [29]. Tervbe vette a régi országterület földtani térképének közreadását is. Ebből azonban csak a DK-i lap készült el 500 000-es méretarányban [30].

NOPCSÁT 1929-ben BÖCKH HUGÓ követte az igazgatói székben. Elődje törekvéseivel ellentétben a közvetlen gyakorlati célú feladatokra helyezte a súlyt. Ennek megfelelően szervezte át az intézet munkáját. A szigorú tervszerűséggel folytatott földtani térképezésbe új módszereket vezetett be. Mesterséges feltárásokkal, mérőszalaggal, kézi szintezővel, olajkompasszal, helyenként mérőasztallal végzett térképezéssel kívánta a felvételek pontosságát növelni. Nagy mértékben törekedett a geofizikai mérések igénybevételére is. Váratlan halála ezt a fejlődési irányt is megakasztotta.

Ezután 1931-ben a világhírű apa nevét viselő ifjabb LÓCZY LAJOS került a Földtani Intézet élére. A földtani felvételek ezután a körülmények szabta módon, jelentős mértékben az egyes geológusok kívánságai szerint folytak. A legkülönbözőbb szemléleti és ábrázolási módok érvényesültek. A BÖCKH HUGÓ által előírt pedáns felvételi módszerek kötelező érvénye megszűnt.

Legtöbb figyelmet az egyre sokasodó gazdaságföldtani feladatok igényeltek, amelyek ebben az időben többségükben még szorosan egybekapcsolódtak az intézet térképező munkájával. Az első jelentős gyakorlati eredményt a kincstári zártkutatmányi területek bauxitvizsgálata hozta, 1930-ban a Harsányhegy bauxitszintjének felfedezésével. Ugyancsak a földtani térképező munka alapozta meg a bakonyi alsókréta bauxitképződési időszak felismerését, majd a gánti bauxit termelésbe vételét. 1937-ben közel egyszerre fedezték fel a bükkszéki és a zalai kőolajterületeket. Sorra vizsgálták és térképezték az ismert, illetve reménybeli érc- és egyéb ásványlelőhelyeket.

Az új talajtani felvétel 1933-ban indult meg. A terveket KREYBIG LAJOS dolgozta ki, és ugyanő szervezte át a talajtani osztályt is. Az új talajtani felvételek úgyszólván teljesen szakítottak a földtani viszonyok ábrázolásával [31]. Mindössze a talaj vízvezető, illetve víztartó képességének jelölésében maradt némi kőzettani jellegű minősítés. Ez az eltávolodás egyúttal ráirányította a

figyelmet a síkvidékek behatóbb geológiai és hidrogeológiai vizsgálatára, amit legnagyobb súllyal a harmincas években megindult öntözési munkálatok igényeltek. A tervbevett csatornák és duzzasztóművek feltáró fúrásainak eredményeire támaszkodva állapította meg SÜMEGHY JÓZSEF az Alföld fiatal képződményeinek túlnyomóan töréses szerkezetét, és készítette el a Tiszántúl áttekintő földtani térképét [32].

1939-től kezdve az intézet geológusai nagyrészt az akkor visszacsatolt területeken térképeztek; kőszén, szénhidrogén, érc, kaolin és tűzállóagyag lelőhelyek környékén és műszaki földtani feladatok megoldása érdekében.

Eközben a történelem sötét felhői gyülekeztek hazánk felett. 1941. június 27-én háborúba léptünk a hitleri Németország oldalán. 1944. március 19-én hazánkat megszállták a németek. 1944. október 16-án a nyilasok vették át a hatalmat.

Ilyen körülmények között rendszeres földtani térképező munkáról már alig lehetett szó, és az intézet jelentős részének vidékre telepítésével ez végleg meg is szűnt.

A földtani térképezés legújabb korszaka hazánk felszabadulásával kezdődött. Az első években a Földtani Intézet geológusai az élet akkori igényei szerint kizárólag közvetlen gyakorlati célú térképező vizsgálatokat végeztek. Kőszén, kőolaj, kősó, bauxit, vasérc, építőipari alapanyagok, nemesfémek és ritkaelemek reménybeli területeinek vizsgálata, vízellátási problémák megoldása és vízépítési munkálatok földtani előkészítése szerepeltek a Földtani Intézet programjában.

Az államosítás és a munkáshatalom kivívása nyomán megindult nagyarányú iparfejlesztés egyre több energiát, ércet, a kohászat és a vegyipar számára szükséges ásványokat és építőipari alapanyagokat kívánt, minél nagyobb mértékben hazai forrásból. Minden erőt mozgósítani kellett az elvégzendő feladatokra. Száz irányban dolgoztak egyszerre, a feladatok mégis meghaladták a Földtani Intézet erejét. Ennek többféle alapvető oka volt:

— kevés volt a jól képzett szakember;
— nem rendelkeztünk a szükségessé vált nagyarányú kutatásokhoz megfelelő tapasztalatokkal, szervezeti keretekkel és módszertani ismeretekkel;
— kevés volt a korszerű műszer és kutatási eszköz;
— nem volt átfogó terv és egységes irányítás.

A földtani kutatás mélyreható átalakítására volt szükség. Szocialista rendünk igényelte, és minden szükségessel támogatta az átalakulást.

VADÁSZ ELEMÉR egyetemi tanár 1948-ban megszervezte, és magas színvonalra emelte a rendszeres geológusképzést.

A Szovjetunió kutatási eszközökkel, műszerekkel, szaktanácsadókkal, oktatási és továbbképzési lehetőségek nyújtásával sietett segítségünkre. Szov-

jet tapasztalatok felhasználásával alakultak ki a legnagyobb jelentőségű hazai ásványkincseket termelő iparágak korszerűen felszerelt és irányított földtani kutató vállalatai.

Az új vagy újjászervezett ipari geológusszervezetek, a kutatófúrások egyre sokoldalúbb földtani és geofizikai vizsgálatára támaszkodva, részletes mélyföldtani és teleptani térképek számos változatát dolgozták ki a kutatási eredmények gyakorlati célú kiértékelésére és a bányatelepítési tervek megalapozására. Az áttekintő mélyföldtani térképeket az egyre nagyobb anyagi ráfordítással folyó kutatások tudományos megalapozása érdekében szerkesztették, földtani és geofizikai térképek, valamint a mélyfúrások adatainak felhasználásával. Az első, egész országra kiterjedő mélyföldtani térképet 1957-ben KERTAI GYÖRGY publikálta [33].

A kutatások összefogására hivatott földtani főhatóság az első években gyakori átszervezések lépcsőfokain keresztül haladt a későbbi kibontakozás felé.

A munkamegosztás egyre fokozottabb érvényesülésével, a közvetlen gyakorlati célú iparági kutató és a bányageológiai szervezetek kiépítésével párhuzamosan egyre inkább kialakultak a feltételei annak, hogy a földtani térképezés, visszatérve a rendszeres munka medrébe, új fejlődésnek induljon.

Az első nagyszabású ilyen irányú munka 1950 és 1955 között a síkvidékek földtani térképezésének megszervezése volt. A felszíni és felszínközeli képződmények részletes kőzettani jelkulcs alapján történő elkülönítésére törekedtek. A rendszeres feltárások hiánya, az anyagvizsgálat elégtelensége és a munkába bevontak egy jelentős részének szakmai felkészületlensége az elkészült térképsorozat értékét erősen csökkentette. A felvételi anyagot 200 000-es topográfiai lapokon összefoglalták, de az egyeztetés és a végleges egybedolgozás elmaradt. A munkálatok irányítójának, SÜMEGHY JÓZSEFnek halálával az eredmények kiértékelése befejezetlen, kéziratos töredék maradt.

A síkvidéki térképezés kiterjedt a talajvíz felszín alatti mélységének és minőségének megállapítására is. A későbbi kiegészítő felvételekkel együtt ez a munka volt az alapja a RÓNAI ANDRÁS által szerkesztett áttekintő alföldi talajvíztérképnek [34].

A talajvízkutak katasztere után az artézi kutak katasztere is elkészült a Földtani Intézetben. Ennek felhasználásával az Intézet vízföldtani osztálya SCHMIDT ELIGIUS RÓBERT irányításával megszerkesztette Magyarország hidrogeológiai atlaszát [35].

1953-ban felmerült egy új áttekintő országos földtani térkép elkészítésének szükségessége is. Ehhez mindenekelőtt az intézet térképtárában százszámra rendelkezésre álló kéziratos lapokat kellett felhasználhatóvá tenni. A kritikai felülvizsgálat és adatösszesítés gyorsan haladt előre, és még ugyanabban az évben kéziratos alakban elkészült hegyvidékeink túlnyomó részének egységesített 25 000-es földtani térképsorozata. A SÜMEGHY-féle síkvidéki térképlapok kivonatát is felhasználva szerkesztették meg ezután az intézet geológusai az

1956-ban közreadott 300 000-es méretarányú Magyarország földtani térképét [36]. A térkép 30 negyedkori és holocén, valamint 67 azoknál idősebb földtani képződmény feltüntetésével, méretének szerencsés megválasztásával jól használható áttekintő térkép. Következetesen kialakított rétegtani és kőzettani jelkulccsal rendelkezik. A földtani térképezés és térképszerkesztés felszabadulásunk utáni második, napjainkban eredményesen záródó szakaszát Bese Vilmos földtani főigazgató indította el, az 1955-ben kidolgozott és elfogadott kutatási irányelvek és térképezési program bevezetésével.

Az új program — a kutatási feladatokat népgazdasági szempontok szerint rangsorolva — 5 területet jelölt meg a földtani térképezés számára, ahol a rendelkezésre álló kutatási kapacitás összpontosításával rendszeres, sokoldalú, részletes és átfogó földtani vizsgálatot kellett végezni. Előírta a kutatások fokozatosságának betartását és a különböző szervek által végzett vizsgálatok összehangolását.

A Keleti-Mecsekben a kokszolható feketekőszénösszlet vizsgálata, a Bakonyban a bauxit, a jóminőségű barnakőszén és a mangánérckutatás, a Dorogi-medencében az eocén barnakőszén-vagyon bővítésének sürgető szükségessége, a Mátra-hegységben a színesérckutatás, a Tokaji-hegységben a különböző ásványos anyagok feltárásának tudományos megalapozása indokolta a meginduló vizsgálatokat. A munka az ellenforradalom okozta késedelem után gyorsan és eredményesen kibontakozott. A gyakorlat igazolta a kidolgozott irányelvek helyességét. A kutatásra kijelölt hegységek és medencék területéről, a túlnyomórészt fiatal geológusokból álló térképező csoportok elkészítették a 10 000-es, illetőleg 25 000-es térképlapokat. Ezekkel kapcsolatban először valósítottuk meg a földtani tények és következtetések szigorú különválasztását, lehetővé téve a pontos ellenőrzést, a közölt megoldástól eltérő variációk kidolgozását és a térkép egyszerű továbbfejlesztését. Korszerű új nevezéktant vezettünk be a magmás képződmények megjelölésére. A térképlapokhoz magyarázó füzetek tartoznak, a kutatási előzmények áttekintésével és a földtani felépítés tömör jellemzésével. A térképező munka tapasztalatait és a hozzá kapcsolódó különböző irányú speciális anyagvizsgálat eredményeit monográfia kötetek tartalmazzák.

A részletes földtani vizsgálat és térképezés célja a prognózisfeladatok és a közvetlen gyakorlati célú földtani kutatás tudományos megalapozása. Mindez természetesen nem gátolta meg azt, hogy ahol arra szükség volt, a vizsgálatokat a gyakorlati célok teljes megoldásáig kiterjesszük. Ilyen módon a Mecsek hegységben a feketekőszénösszlet további feltárási lehetőségeinek pontos körvonalazása és a külfejtési lehetőségek átfogó vizsgálata mellett a felderítő jellegű kutatásban is részt vettünk, és az érdekelt ipari geológusokkal együttműködve megoldottuk a kőszéntelepek azonosításának problémáját. A középhegységi bauxit- és mangánprognózis előkészítésén, valamint a Dorogi-medence és az északi Bakony barnakőszénprognózisának kidolgozá-

sán kívül eredményes felderítő kutatást folytattunk az Esztergom—lencsehegyi új barnakőszénterületen. A Mátra hegységben a színesércvagyon jelentős növelése és a recski mélyszinti ércesedés vizsgálatának kezdeményezése kapcsolódott a földtani térképezéshez.

További feladatunk ezen a téren, hogy a széleskörű helyi tapasztalatokkal rendelkező és a vizsgált területek tudományos és gyakorlati problémáit jól ismerő térképező csoportok készítsék el a hasznosítható ásványos anyagok prognózistérképeit és tanulmányait is. Vonják le eddigi munkájuk minden lehetséges gazdasági konzekvenciáját, és aktív kezdeményezői legyenek azok gyakorlati megvalósításának. A jól feltárt területeken szerzett tapasztalatok alapján terjesszék ki a földtani vizsgálatokat azok tágabb környezetére. Mélyföldtani, földtani kifejlődési és ősföldrajzi térképek szerkesztésével készítsék elő a fedett és rejtett ásványtelepek feltárását.

A földtani térképezés és térképszerkesztés módszerei és lehetőségei ma rendkívül sokrétűek, szerteágazók. Közös és nélkülözhetetlen forrásuk, a hagyományos felszíni észleléseket felváltó mesterséges feltárások, a tömeges adatszolgáltatásra képes laboratóriumi vizsgálat és a geofizika. Ezek jelentős költség- és időigénye miatt van szükség a gyakorlati szempontok figyelembevételével megszerkesztendő térképváltozatok gondos kiválasztására.

Az elmúlt években megszervezett alföldi és Balaton környéki földtani térképezés, valamint az országos ritkafémkutatás kapcsán már a földtani felvétel első szakaszában egy sor alapvető térképváltozatot szerkesztünk.

A legsokrétűbben jelenleg az Alföldön folyik a földtani térképek szerkesztése, amit az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt sokirányú hathatós támogatása és az Eötvös Loránd Geofizikai Intézettel való együttműködés tesz lehetővé. A felszíntől 4—5000 méter mélységig terjedően szerkesztünk földtani, építésföldtani, vízföldtani és mélyföldtani térképeket.

A Balaton-környéki 10 000-es részletességű földtani térképezés építésföldtani célokat szolgáló alapvetés. A geomorfológiai körülményekre is tekintettel levő munkát a Földrajztudományi Kutató Intézettel szoros együttműködésben végezzük. A földtani viszonyokat építésföldtani és vízföldtani jelentőségük szempontjából vizsgáljuk és ábrázoljuk.

Az országos ritkafémkutatás kapcsán menet közben dolgozzuk ki a vizsgálati eredmények legalkalmasabb térképi ábrázolásának módszereit. A vizsgált elemek koncentráció viszonyainak feltüntetése egyes területeken, meghatározott kőzet- és ásványfajtákban a térképi ábrázolás egyik formája. A folyamatban levő előkutatás fő törekvése a ritkafémek telep-jellegű felhalmozódását meghatározó földtani kifejlődési viszonyok nyomozása és térképi ábrázolása.

A részletes földtani térképezés és térképszerkesztés mellett jelentős munka folyik az áttekintő földtani térképek szerkesztése terén is. A szocialista országok földtani szervezeteinek vezetői már 1955-ben elhatározták, hogy egységes elvi és módszertani alapokon elkészítik országaik korszerű áttekintő földta-

ni térképsorozatát 200 000-es méretarányban. Az egységes térképszerkesztési előírásokat több éves nemzetközi előkészítő munka alapján 1958-ban a lengyel Földtani Intézet adta ki. Az eltelt 10 év alatt a munka jelentősen előrehaladt. Ebben az évben az utolsó néhány, határmenti térképlap megszerkesztésére kerül sor. A hegyvidékeken két, a síkvidékeken 5 változatban készülő térképsorozat a hozzátartozó térképmagyarázókkal Magyarország első teljes, rendszeres területi földtana.

A szénhidrogénkutató és hévízfeltáró fúrások egyre növekvő számban tárják fel az ország földtani felépítésében legnagyobb szerepet játszó fiatal medencék paleozóos és mezozóos képződményekből álló aljzatát. Ez tette lehetővé, hogy a nemzetközileg is előtérbe került nagyszerkezeti szintézisekhez kapcsolódva több változatban is elkészüljön hazánk hegységszerkezeti térképe [37]. A korábban sokkal egységesebbnek gondolt, de a mélyfúrások és geofizikai vizsgálatok alapján változatos rétegtani és szerkezeti felépítésűnek bizonyult magyar közbenső tömeg kialakulására vonatkozóan SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR akadémikus dolgozott ki nagyvonalú értelmező elgondolást.

Földtani képződményeink egész országra kiterjedő, földtani alapszelvényekre támaszkodó, részletes és átfogó vizsgálata is jelentősen előrehaladt. Ez lehetővé teszi a rétegtani és földtani kifejlődési viszonyok kellő megismerését ahhoz, hogy korszerű ősföldrajzi és ősföldtani térképeket szerkesszünk hasznosítható ásványos anyagaink keletkezési időszakairól és a földtörténeti fejlődés kulcsfontosságú fordulópontjairól.

A földtani kutatás és a földtani térképezés gyakorlati konzekvenciáit a prognózistérképek foglalják össze. Szintézisbe fogják mindazt a gyakorlati tapasztalatot, kutatási eredményt és elméleti következtetést, ami az egyes hasznosítható ásványos anyagok további feltárási lehetőségeire utal. Iparpolitikai és kutatásirányítási jelentőségük a Földtani Intézet számára is központi feladattá tette a prognózistérképek szerkesztését. Néhány ezek közül már közreadásra került [38], mások kéziratos alakban nyomdai előkészítés alatt állanak, további prognózistérképek szerkesztése folyamatban van.

Ezzel a földtani térképezés és térképszerkesztés hazánk felszabadulását követő helyzetét és további feladatait fő vonásokban áttekintettük. Szembetűnő a fejlődés gyors üteme, a társadalmi és gazdasági viszonyok meghatározó szerepe. A nagyarányúvá nőtt földtani kutatás terén szükségszerű munkamegosztás ment végbe a bányageológiai, a kutatóvállalati és a kutatóintézeti munka elkülönülésével. Ennek megfelelően alakult az említett három fő irányban a földtani térképek szerkesztése is.

A vizsgálatunk középpontjában álló regionális földtani térképezés korszerű elvek és módszerek alapján fejlődött. Rendszeres feltárásokra és sokoldalú anyagvizsgálatra támaszkodott. A térképi ábrázolásban szigorúan különválasztotta a földtani tényeket a következtetésektől. A földtani vizsgálat és a részletes földtani térképezés egységes egészet képezett.

A legutóbbi évek továbbhaladást jelző törekvése pedig arra irányul, hogy a rétegtani beosztás és ábrázolás elsődleges voltát egyre inkább a földtani képződmények kifejlődési viszonyainak kvantitatív ábrázolása váltsa fel.

A hegységek és medencék, valamint az egész ország földtani felépítésének bemutatására korszerű, földtani kifejlődési, mélyföldtani, paleogeológiai, ősföldrajzi és fejlődéstörténeti áttekintő térképeket tervezünk.

A történelmi tanulságok figyelmeztetnek az időszerűség gyors megváltozására, ugyanakkor a gondosan készített földtani alaptérképek évtizedekig tartó használhatóságát bizonyítják.

A munkamegosztás kialakulása után jelenleg inkább a kooperáció okoz gondot. A hatékonyságot növelő koncentráció továbbra is alapvető feladat marad.

Végül a nemzetközi tudományos szervezetek földtani térképszerkesztési programját és az egyes országok által közreadott földtani térképeket is megvizsgáltuk, hogy a fejlődés alapvető tendenciáit nemzetközi viszonylatban is figyelembe vehessük.

A Nemzetközi Földtani Kongresszusnak az UNESCO által is támogatott Földtani Világtérkép Bizottsága keretében szerkesztik a kontinensek ötmilliós rétegtani—földtani térképeit, amelyek egy tízmilliós földtani világatlasz alapjául szolgálnak majd.

Folyamatban van Európa másfélmilliós földtani térképsorozatának kiadása, nemzetközi szerkesztéssel, hannoveri központtal.

Egymás után jelennek meg a kontinensek áttekintő tektonikai térképei. Tervbe vették egy 15 milliós tektonikai világtérkép kiadását is, amelynek makettje a prágai *XXIII. Nemzetközi Földtani Kongresszusra* készül el. Ez egyszersmind áttekintő adatokat tartalmaz az óceánok aljazatának nagyszerkezeti viszonyairól is.

A moszkvai központtal működő nemzetközi szerkesztőbizottság Európa 2,5 milliós tektonikai térképének második kiadását készíti elő.

Folyamatban van a kontinensek általános metallogéniai és vasérc térképeinek szerkesztése és kiadása 5 milliós méretarányban.

A Vulkanológiai Asszociáció, a Földtani Világtérkép Bizottsággal együttműködve szerkeszti a Föld pliocén és annál fiatalabb áttekintő vulkáni térképét 10 milliós méretarányban.

Az INQUA gondozásában készül Európa negyedkori földtani térképe 2,5 milliós méretarányban.

A Nemzetközi Hidrológiai Szövetség másfél milliós méretarányú nemzetközi hidrogeológiai térkép szerkesztését és kiadását tervezi.

Javaslatok hangzottak el ősföldrajzi, geokémiai és a metamorf képződmények nemzetközi áttekintő térképeinek megszerkesztésére, ezek azonban eddig nem realizálódtak.

A bennünket közelről érintő Kárpát-Balkáni Földtani Asszociáció kereté-

ben 1 milliós méretarányú tektonikai térkép készül, ezenkívül ősföldrajzi, hidrogeológiai és mérnökgeológiai, valamint magyar kezdeményezésre metamorf térkép szerkesztését tervezik.

Egyes fejlett országok földtani térképező és térképszerkesztő munkája a nemzetközi egyeztetéssel folyó munkánál természetesen sok tekintetben változatosabb, előrehaladottabb. Ezért érdemes áttekinteni néhány kiválasztott ország példáján is a térképszerkesztés irányzatait és célkitűzéseit.

A leglendületesebb fejlődés és legsokoldalúbb tevékenység kétségkívül a Szovjetunióban tapasztalható. Ez mind a felvételi módszerek, mind a méretarány és a térképváltozatok számát illetően megállapítható. Nem kevesebb mint 11 féle fő irányban folyik rendszeres térképszerkesztés és térképkiadás. Ezek a következők:

A hagyományos földtani térképek, a negyedkori képződmények genetikai és geomorfológiai térképei, szerkezetföldtani, mélyföldtani és mélyszerkezeti térképek, ősföldrajzi térképek, teleptani, metallogenetikai és prognózistérképek, felszínközeli és mélységi vizek térképei. Ezeken kívül további tízféle földtani térkép rendszeres szerkesztését és kiadását tartják időszerűnek. Ezek: paleogeológiai, paleotektonikai, magmatektonikai, tektono-formációs, üledékes, magmás és metamorf fácies, paleomágneses, építőanyag és mérnökgeológiai térképek. A hatalmas felvételi anyag egységességét elvi és módszertani előírások biztosítják.

A szomszédos Csehszlovákia az áttekintő földtani térképek kiadása terén mutatott fel figyelemreméltó eredményeket. A Lengyel Népköztársaságban az ország földtani adottságainak megfelelően jelentős szerephez jutottak a mélyföldtani térképek. Kitűnő térképeket szerkesztettek és adtak közre vízföldtani, mérnökgeológiai és szerkezetföldtani vonatkozásban is.

A Német Demokratikus Köztársaságban a nyersanyagprognózis céljait szolgáló metallogenetikai térképek és földtani kifejlődési térképek szerkesztése áll előtérben. Figyelemre méltó mérnökgeológiai térképeket szerkesztenek, és továbbviszik a hagyományos agrogeológiai térképezést is.

A tőkés országok közül Francioarországot és Angliát emeljük ki, amelyek egykor a földtani térképezés bölcsőjét ringatták.

Franciaországban 1967-ben a gyakorlati célok érdekében álló jelentős átszervezést hajtottak végre. A Földtani Térképező Szolgálat egyesült a Földtani és Bányászati Kutató Hivatallal.

A 80 000-es földtani térképezésről áttértek az 50 000-es méretarányra, amelyből évi 50—60 térképlap elkészítését tervezik, és ezzel a munkával 20 év alatt készülnek el.

A földtani felvétellel párhuzamosan talajvízföldtani és metallogenetikai térképeket is szerkesztenek. A tektonikai és mélységi vízföldtani térképek szerkesztése még kísérleti stádiumban van. Tengeralatti földtani térképfelvételt terveznek a szárazföldi párkány laza üledékeiről.

Nagy-Britanniában az eddigi részletes földtani felvételek revízióját tartják időszerű feladatnak. Fő célkitűzésük a földtani térképezés sokoldalú komplex megoldása, erőteljes geofizikai támogatással.

Végső konklúzióként úgy látjuk, hogy a magyarországi földtani térképszerkesztés, az elvi alapok és a térképszerkesztési módszerek tekintetében együtt halad a legfejlettebb országokkal.

A fejlődés üteme gyors és jelenleg is egyre fokozódik. A további fejlődés biztos alapja a tudományos munkát termelőerőnek tekintő társadalmi rendünk és az a tendencia, amely a hasznosítható ásványos anyagok feltárásában hazánkban is kedvező irányban nyilvánul meg.

A 2000. év felé haladó emberiség a világűrt ostromolja, és máris megkezdődött, ha egyelőre távolból is, az égitestek földtani térképezése. Fiatal kollégáink közül egyesek talán megérik, hogy azt a helyszínen is végezhetik. A mértéktartó realitás azonban, még távlati terveinkben is, a földkéreg eltakart mélységei felé irányítja a térképező geológus tekintetét, ahol gazdag eredményt ígérő, számos szint vár még feltérképezésre.

A TÁRGYALT FÖLDTANI TÉRKÉPEK JEGYZÉKE

1. Lazius W.: Regni Hungariae Descriptio Vera. (M=1 : 650 000—1 : 460 000) Vienna 1556.
2. Marsigli L. F.: Mappa Mineralographica Fodinas in Hungaria, (M=kb. 1 : 1, 635 000); Danubius Pannonicomysicus. Amsterdam 1726.
3. Korabinszky J. M.: Novissima Regni Hungariae Potamographica et Telluris Productorum Tabula (Magyarország Természeti Tulajdonságának Tüköre) (M=kb. 1 : 1,500 000), Viennae 1786.
4. Kempelen F.: Mappa Regii Hungariae Salis Officia Designans. Vienna 1760.
5. Wappler C. G.: Plan der andeiitet, wie der unterirdische Salz-Stok. (M=kb. 1:1,340 000), in in Fichtel J.: Geschichte des Steinsalzes und der Steinsalzgruben im grossfürstenthum Siebenbürgen. Nürnberg 1780.
6. Milecz E.: Mappa Regni Hungariae. (M=kb. 1 : 1,400 000). Posonii 1773.
7. Tringl F.: A Sóvár környéki bányák térképe. 1740.
8. Ziepser M.: Grund-Riss der ganzen Schemnitzer Revier. (M=kb. 1 : 21 000). Viennae 1747.
9. Born I.: Grund und Profil Riss Simon u. Juda Kupfer Grube zu Dognaska im Temeswarer Bannat. Briefe über Mineralogische Gegenstände, auf seiner Reise durch Temeswarer Bannat, Siebenbürgen, Ober- und Nieder Hungarn. Frankfurt und Leipzig 1774.
10. Marsigli L. F.: Description du Danube. la Haye 1744.
11. Townson R.: A New Map of Hungary, particularly of its Rivers and Natural Productions. Petrography and Post Roads added by the Author. (M=kb. 1 : 1,500 000). Travels in Hungary. London 1797.
12. Staszic S.: Carta geologica totius Poloniae, Moldaviae, Transilvaniae, et partis Hungariae et Valachiae. (M=kb. 1 : 1,325 000) 1815. O Ziemiorodoztwie Karpatow.
13. Beudant F. S.: Carte Géologique de la Hongrie et de la Transylvanie. (M=kb. 1 : 1,000 000) 1822. Voyage minéralogique et géologique en Hongrie pendant l'année 1818. Paris.
14. Boué A.: Carte Géologique de la Transylvanie. (M=kb. 1 : 1,900 000) 1834. Mémoires de la Société Géologique de France. Tome premier. Deuxième partie. Paris 1834.
15. Haidinger W.: Geognostische Uebersichts-Karte der Oesterreichischen Monarchie. (M=1 : 864 000). Wien 1845.
16. Hauer F.: Geologische Übersichts-Karte der Österreichisch—Ungarischen Monarchie. (M=1 : 576 000). Wien 1867.
17. Hauer F.: Geologische Karte von Österreich-Ungarn. (M=1 : 2,016 000). Wien 1875.
18. Pettko J.: Geognostische Karte der Umgegend von Schemnitz. (M=1 : 144 000) 1852. Abhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, II, Wien 1855.

19. Szabó J.: Pest-Buda területének földtani térképe. (M=1 : 66 240). Pest 1858.
20. Szabó J.: Békés-Csanád vármegye földtani térképe. (M=1 : 576 000). Pest 1860.
21. Szabó J.: Tokaj-Hegyalja földtani szőlőmívelési térképe. (M=1 : 57 600). Wien 1865.
22. Szabó J.: Heves-Szolnok megye geológiai térképe. (M=1 : 288 000). Wien 1868.
23. Hantken M.: Az új-szőny—pesti Duna s az új-szőny—fehérvár—budai vasút befogta terület földtani térképe. (M=1 : 28 800) 1864. Matematikai és Természettudományi Közlemények, 3 kötet. Pest 1865.
24. Szontagh T.: A magyar korona országainak artézi és fúrt kútjai. (M=1 : 360 000). Budapest 1895.
25. Beyschlag F.: Carte géologique internationale de l'Europe. — (M=1 : 1,500 000) D5., Berlin 1896. 2. kiadás: Berlin 1933.
26. Böckh J.—Koch A.—Pethő Gy.—Telegdi Roth L.—Schafarzik F.—Szontagh T.: Magyarország geológiai térképe. (M=1 : 1,000 000). Budapest 1896.
27. Treitz P.: Magyarország talaj-régióinak átnézetes térképe. — (M = 1 : 1,000 000). Budapest 1918.
28. Papp K., Lóczy L. sen. után 1910: Geological Map of Hungary. — (M=1 : 900 000). Budapest.
29. Vadász E. 1935: A Mecsek hegység földtani térképe. (M=1 : 75 000). Budapest 1935.
30. Nopcsa F.: Magyarország és a vele határos területek földtani térképe DK-i lap. (M= 1 : 500 000). Budapest 1928.
31. Kreybig L.: Átnézetes talajismereti térkép sorozat. (M=1 : 25 000). Budapest 1933.
32. Sümeghy J.: A Tiszántúl földtani térképe. (M=1 : 200 000). Budapest 1941.
33. Kertai Gy.: A szarmatát követő üledékek vastagsága Magyarországon. (M=1 : 1,500 000). Földtani Közlöny 87, 4, 1957. Budapest 1956.
34. Rónai A.—Bóczán B.: Az Alföld talajvíztérképe. (M=1 : 200 000) Budapest 1961.
35. Schmidt E. R. és munkatársai: Magyarország vízföldtani atlasza. Budapest 1961.
36. Balogh K.—Erdélyi M.—Kretzoi M.—Rónai A.—Schréter Z.—Sümeghy J.—Szebényi L.—Szentes F.—Szőts E.—Urbancsek J.: Magyarország földtani térképe. (M=1 : 300 000). Budapest 1956.
37. Dank V.—Fülöp J.—Csalogovits J.—Császár S.—Juhász Á.—Radócz Gy.—Szepesi Házy K.: Magyarország paleozóos és mezozóos képződményeinek fedetlen földtantérképe. — (M=1 : 500 000). Budapest 1967.
38. Radócz Gy.: A Bükk hegység-környéki helvéti barnakőszénösszlet átfogó prognózistérképe. (M=1 : 100 000). Budapest 1966.

KERTAI GYÖRGY

Kertai György, kedves Barátunk!

Bekövetkezett, amitől hónapok óta rettegett a magyar föld- és bányászati tudományok művelőinek nagy családja, legközelebbi hozzátartozóidtól az ország legtávolabbi pontjain dolgozó geológusokig. Elaludtál örökre, alkotókészséged teljében, alkotó munkád égésében. Elmúlt ajkaidról az örök kedves mosoly; azok mosolya, akik felismerték az élet értelmét, szépségét, a dolgok elrendezhetőségét. A kevesek mosolya, akik a kérdések értelmes megoldásának képességével bizakodást keltenek, optimizmust sugároznak. Eltűnt szemeidből az embert segítő, igazi tudomány eredményes művelőjének bizakodó-biztató tekintete.

Ez a derű és ez a lényeglátás kapcsolódott Benned lényed legfőbb sajátságává. Ez adta egyéniséged különleges, valósággal apollói varázsát. Ez volt a forrása annak, hogy minden, amihez nyúltál, fejlődésnek indult, megelevenedett kezeid között. A dolgokban rejlő lehetőségek realizálódtak általad, környezetedben. Mert nemcsak megláttad dolgokban és emberekben, apró versekben éppúgy, mint nagy sorsdöntő társadalmi kérdésekben, a kutatás részletadataiban éppúgy, mint az azokból levezetett nagy összefüggésekben a pozitívat, az előrevívőt, de harcoltál is értük. Harcod eredményességét fokozta meglátásaidnak hatékony, friss, világos, örömet és megelégedést kiváltó kifejezése. Mert szavaid, meggyőződéseid reálisak, tárgyilagosak és határozottak voltak. Hiszen gyorsan észrevetted és segítőkészséggel feltártad a negatívumot, az elkerülendőt is. Tetteiddel, írásaiddal, szavaiddal igazoltad, hogy a valódi humánumért érdemes dolgozni, sőt *csak* azért szabad és kell minden erővel dolgozni.

Bármily tapasztalat, a fasizmus aljas erőinek borzalmai éppúgy, mint a fejlődő szocializmus világméretű ragyogó harca; korunk emberének sűrűsödő problémái, idegtépő rohanásával és káprázatos eredményeivel egyaránt fokozták Benned a humánum tiszteletét, az érte való küzdelem és elmélyült, céltudatos munka szeretetét.

Gyönyörű jellemvonásaidnak szükségképpeni következménye volt nagyszabású életpályád ívelése. Erőid mindig győzedelmeskedtek a történelem fel-

* 1968. máj. 17-én, KERTAI GYÖRGY ak. lev. tag temetésén elmondott gyászbeszéd.

csapó hullámain. A huszas évek végén az egyetemre is alig jutottál be, de ott aztán 5 év alatt *két* kitűnő diplomát is szereztél. Két diplomával két évig maradtál állástalan, de alkalmi magántanító és vasöntödei munkásként is tudományos munkát kezdtél, értékes eredményekhez jutva az ércesedés problémáinak bonyolult kérdéseiben. A meginduló magyar kőolajtermelés diplomádnak megfelelő állást adott, itt azonban hátat kellett fordítanod első szerelmednek, az ércesedés kutatásának. Pedig a valóságban most jutottál egész további pályád főcéljává lett hatalmas feladatkörhöz, a magyar kőolajkutatás szigorúan tudományos alapon történő fellendítéséhez. Embertelen megpróbáltatások után jött a felszabadulás, és ez a nagyszerű fejlődésben alkotó részesedést biztosított számodra is. Elérkeztél sokirányú képességeid teljes kibontakoztatásával nagy kutatói és szervezői korszakodhoz. Hamarosan a kőolajföldtani ügyek vezetése, minisztériumi főosztály irányítása, majd a Kőolaj Tröszt vezérigazgatóhelyettesi feladatköre hárult Rád.

Mindig gyakorlati jelentőséggel bíró, éleselméjű kőolajföldtani fogalmi megkülönböztetéseiddel, a magyar szénhidrogéntelepek anyakőzeteire vonatkozó megállapításaiddal, a kőolajtelepek rendszerezésével, a prognosztikus szénhidrogénkészletek számítási módszerével, a magyar föld medencerészleteinek elkülönítésével és mélyszerkezetének elemzésével, a különböző földgázok eredetének felismerésével és ugyanakkor egész sor kőolaj- és földgázmező óriási népgazdasági jelentőségű felkutatásának irányításával általános elismerést arattál hazai és külföldi szakmai körökben. Nemzetközi előadói meghívások, kiváló munkási cím, kandidátusi, majd doktori fokozat, munkaérdemrend, 1953-ban pedig a Kossuth-díj fémjelezték érdemeidet.

Mint egyetemi magántanár, majd a kőolajföldtannak később egyetemi tanári címmel felruházott professzora, mélyrehatoló szaktudással, hozzáértéssel, lelkesedéssel, mindig színesen, jelentős részt vettél a szakember-utánpótlás gyönyörű munkájában.

A több mint 100 éves Földtani Társulat életében pezsgő fellendülést, valósággal új korszakot jelentett, amikor 1960-ban a Társulat elnökévé választva, e tisztet 5 éven keresztül viselted. Elnöki megnyitóid irányt mutatóak és mindenki számára mély tanulságot jelentők voltak.

Ezek után természetes volt, hogy az új főhatósági szerv a Központi Földtani Hivatal megalakulásával 1964-ben Rád hárult az elnöki feladatkör.

Mindezt betetőzte a Magyar Tudományos Akadémia tagjává választásod 1965-ben, ahol bizottsági elnökként, majd osztályvezetőségi tagként fokozott súllyal vitted előre a szénhidrogénkutatás és általában a magyar földtani kutatási tudományszervezés bonyolult feladatait.

Kivételesen sokoldalú munkádnak döntő része volt abban, hogy a magyar földtani kutatás ezer ága népgazdaságunkat hatalmasan elősegítő, életteljesen rendezett egységben működő organizmussá váljon.

Csak egyet nem sikerült megvalósítanod: az emberfeletti munka tartóssá rögzítését saját életmenetedben.

Még szerető hitvesed mindent latbavető, önfeláldozó gondolkodása ellenére is elért a túl korai halál, az emberi erőt meghaladó munkát végző alkotó hősi halála.

Különlegesen eredményes életed példamutatás volt. Korai elmúlásod pedig egyéni erőink korlátaira mutató, intő példa.

Felejthetetlen barát, KERTAI GYÖRGY! Búcsúzom Tőled a Magyar Tudományos Akadémia, valamint a Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya nevében. Búcsúzom Tőled kedves Gyurkám a magam nevében, aki számára első egyetemi szárnypróbálgatásaid óta a legkedvesebb barát és munkatárs voltál.

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR
akadémikus

TANULMÁNYOK, HELYZETKÉPEK

GEOFIZIKAI–GEOKÉMIAI MEGFIGYELŐ HÁLÓZAT KIÉPÍTÉSE MAGYARORSZÁGON*

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

AKADÉMIKUS

A földtudományi kutatás mind gyakrabban kerül szembe a kéregbeli *szelektív migrációs folyamatokkal.* Szelektív migráció a gáz- és folyadékáramlás a porózus kőzeteken keresztül, valamint egyéb mobilis ioncsoportok vándorlása szilárd kőzeteken át. Az előbbire példa a víz és a szénhidrogének vándorlása, az utóbbira számos ércképződési folyamat. Kísérleti vizsgálatok szerint a laza üledékes kőzetekből szilárd kontaktmetamorf kőzetek és kristályos palák már néhány nap, legfeljebb hét alatt létrejöhetnek, és ilyenkor rövid idő alatt nagymennyiségű illóanyag szabadul fel, és távozik ugyancsak szelektív migrációs úton felfelé, részben hidrotermális ércképződés által is kísérve. Szelektív migrációs jelenség feltételezhetően a köpenybeli mélyáramlás („magmaáramlás") is, amelynek többek között a tektonikai szerkezetek és magmás folyamatok létrehozásában tulajdoníthatunk nagy szerepet. Aligha kétséges, hogy ez áramlások a recens kéregmozgásokat is befolyásolják. A termikus, mágneses, elektromos és egyéb geofizikai paramétereket is befolyásolják a szelektív migrációs áramlási folyamatok, sőt ez áramlások maguk is keltenek pl. elektromos áramokat. A szelektív áramlásban levő vizek szilárd maradékának és gázainak kémiai összetétele is helyenként viszonylag gyorsan megváltozik.

Különösen intenzív és gyors folyadék- és gázáramlással kell számolni a gyorsan süllyedő medencékben, amelyek belsejében az üledékekből felszabadult illók nagyjából vertikálisan felfelé, peremein pedig a kiemelkedő területek csapadéka, illetőleg mélyvizei nagyjából horizontálisan befelé áramlanak. Fokozott áramlással kell számolni a törésekkel jellemzett tektonikai övezetek mentén is.

Magyarország fiatal medencéi egyes részeinek süllyedése a kontinentális területek leggyorsabb üledékfelhalmozódásai közé tartozik. A magyar medencéket emellett jelentős törésrendszer is jellemzi. A magyar medencékben tehát a víz és szénhidrogének áramlásának különösen nagy szerepet kell tulajdonítani. Ezek az áramok befolyásolják a geotermikus energia népgazdaságilag is fontos eloszlását. Szénhidrogénes gázcsapdáink egyrészében a gáz feltehetőleg nincs „ősi", átöröklött, csaknem statikus állapotban, hanem azokat viszony-

* Az 1967. ápr. 28-án tartott bizottságközi ülés problémafelvető, vitaindító anyaga.

lag gyors beáramlás és elszivárgás dinamikus egyensúlya jellemzi. A Mecsekvidéki hasadóanyag-kutatás szerint az ottani ércesedés típusait jelentékenyen befolyásolják a viszonylag gyors jelenkori áramlások. A mágneses, elektromos gravitációs és termikus értékek periodikus változásainak kimutatásához, továbbá a recens kéregmozgások értelmezéséhez tehát nálunk különösen fontos az anyagáramlások és azok hatásának ismerete.

Nem véletlen, hogy hazánkban az ilyen irányú kutatásoknak tradíciói vannak. Akadémiai és nem akadémiai intézményekben, részben jól kiépített obszerváló állomásokkal kapcsolatban folyó jelentős geofizikai, hidrológiai, meteorológiai és csillagászati kutatómunka esetenként kitér egyes változások kölcsönhatásaira is. Két akadémiai laboratóriumunk pedig a szelektív migrációs áramlások kérdésével kísérletileg is foglalkozik: a felszínközeli rétegek szénhidrogén felhalmozódásaival a miskolci Olajbányászati Laboratórium, a kéreg mélyebb részeiben folyó migrációkkal a Geokémiai Laboratórium.

Magyarország területe tehát különösen alkalmas az említett igen különböző jellegű áramlások és a kapcsolatos geofizikai változások *megfigyelésére*, azok feltehetően kiemelkedő intenzitása, továbbá a megfigyelést biztosító mélyfúrások nagy választéka, valamint eddigi kiépített obszervatóriumi és kutatólaboratóriumi hálózata következtében. Ugyanakkor a pannon medencerendszer orogén övezetekkel körülhatárolt köpenyboltozatos szerkezetének viszonylag egységes jellege az adatok komplex *kiértékelésének lehetőségét* is egész kivételes módon biztosítja.

A komplex geofizikai és geokémiai obszervációnak tehát hazánkban tudományosan, de *gyakorlatilag is kiemelkedő lehetősége és jelentősége* van. Az Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának megerősödésével is jelentékenyen elősegítheti az ilyen irányú, egységes szempontú, komplex munka megvalósítását, egyrészt az eddigi obszervációs szolgálat továbbfejlesztésével, másrészt újszerű megfigyelések és kiértékelések bevezetésével. Megfelelő megfigyelő hálózat és komplex értékelés útján mintegy „tettenérhetünk" egyes igen jelentős komplex földfejlődési jelenségeket, és a mérhető realitások síkjára emelhetünk eddig csak elméletileg levezetett, vagy feltételezett összefüggéseket; egyértelműen kimutathatjuk a geofizikai méréseinket befolyásoló, kevéssé ismert tényezőket, pontosabb képet kapunk a mobilisabb anyagi összetételű nyersanyag-telepeink képződéséről és azáltal segítjük új telepek felfedezését; utat nyitunk a mobilis telepek készleteinek mesterséges befolyásolásához (pl. elszivárgó anyagok felfogásához); a periodikus meteorológiai, hidrológiai stb. jelenségek pontosabb jellemzésével a népgazdasági tervezéshez (árvízveszélyek, ill. száraz periódusok előrejelzésével) nyújthatunk jelentős segítséget; általában az ország természeti erőforrásainak kutatására és feltárására irányuló kiemelt akadémiai feladatunkat új módszerekkel visszük előre.

Ennek megvalósításában többek közt a következő *nehézségekkel* kell számolnunk: 1. szellemi ellenállás az évszázados tanoknak megfelelően, melyek

szerint a földtani folyamatok többsége, így a szelektív áramlások is lassúak, emberileg nem mérhetőek, 2. egyes meglevő obszervációs szervek ellenállása függetlenségük féltése miatt, 3. a feladat világviszonylatban is még szokatlan jellege. Az első két nehézséget a meggyőzés, ill. az eddigi szervezeti önállóság feltétlen biztosítása és annak megvilágítása győzheti le, hogy a megfigyelő hálózat komplex fejlesztése a meglevő kutatóhelyeket is erősíti anyagilag és az adatok kölcsönös kicserélése által elméletileg. A harmadik nehézséget a földtudományi szakemberek igen széleskörű együttműködése oldhatja meg.

A feladat *gyakorlati megvalósításában* elsősorban az elvi előkészítésre, az alapkérdések rendszeres tudományos dokumentációjára, vizsgálatokra, az anyagi áramok által keltett termikus, elektromos és esetleg egyéb áramok és geokémiai hatások megfigyelésének ill. mérésének kidolgozására és végül a közvetlen természeti megfigyelésekre van szükség.

A dokumentáció során pl. értékelendő a saját potenciál eljárás, másrészt vizsgálandó, hogyan lehet potenciálkülönbségek, pl. vízszint, ill. hidrosztatikai nyomáskülönbségek ismeretében az áramlásokat számítani ill. térképezni.

Egy lehetséges, ilyen irányú munkaszervezés durván a következőképp körvonalazható. Az anyagáramlásokra vonatkozó természeti megfigyelést jól ismert *törésvonalakon* célszerű elindítani, ahol ui. az egyelőre előjel nélküli áramlási irány nyomvonala eleve ismeretesnek tételezhető fel. E vonalakon a tektonikai főirányban egymástól néhányszáz méterre elhelyezett három fúrásban az áramlás előjeles irányát és sebességét meghatározhatjuk a középső fúrólyukba adagolt radioaktív indikátorral vagy vízfestő eljárással. (Tetszőleges (törésmentes) térben végzett fúrólyukas festőeljárás főleg csak viszonylag sűrű fúróhálózat esetében adhat eredményt, az áramlási irány határozatlansága következtében.) Az áramlásoknak a törésvonalakon történt kimutatása után ugyanazon fúrólyukban az áramlás különböző másodlagos hatásainak, pl. indukált elektromos áramainak és geokémiai hatásainak kimutatása következhet. Az indukált áram, ill. a zeta-potenciál szabályszerűségek konkrét meghatározását pedig a medenceperemi biztosabb, majd a medence belsejében feltételezett bizonytalanabb „elsőrendű tektonikai törésirányok" áramlási rendszereinek fokozatos kimutatása követheti. Ha pedig már egyetlen fúrólyukban is sikerül meghatározni az áramlás irányát (pl. az indukált áram útján), úgy át lehet térni a nyugodt területek áramrendszereinek vizsgálatára is.

Fontos a mesterséges beavatkozásokkal létrehozott, ill. kísérleti jellegű megfigyelések éles elkülönítése a természetes folyamatok által okozott változások vizsgálatától.

Bevezetőül kívánatos többek közt a következő kérdések tárgyalása:

1. Milyen mérések és hol folynak, ill. folytak hazánkban e téren.

2. Milyen mérőberendezések jöhetnek számításba pl. a termikus, a víz-áramlási, a vízkémiai, a gázáramlási és gázkémiai, valamint az áramlással létrehozott elektromos és egyéb hatások kimutatására.

3. Hol indítsuk meg az említett vizsgálatokat. Hol és milyen sorrendben jelölhetők ki kísérleti munkahelyek, ill. megfigyelő mélyfúrások, másrészt később esetleg új obszerváló állomáshelyek, a gazdaságosság szem előtt tartásával.

4. Hol és mikor végezhetünk méréseket mozgó laboratóriumokkal, ill. hol kell állandó laboratóriumos obszerváló állomásokat létesíteni.

5. Milyen fokú együttműködés kívánatos a geokémiai, geodéziai, geofizikai obszerváció és a meteorológiai és a csillagászati szolgálat közt. Várható-e összefüggés a kőzetbeli áramlások, ill. geofizikai paraméterek és a meteorológiai tényezők közt. (Geofizikai Bizottságunk elnöke Bartha Gy. emlékeztetett arra a meteorológiai megállapításra, hogy az ország uralkodó ÉNy-i széliránya miatti hőveszteség nagyságrendekkel nagyobb az ország összes évi energiafogyasztásánál.)

6. Milyen pénzügyi, személyi, beruházási és üzemeltetési keret szükséges e munka megindítására. Kell-e, és milyen központi regisztrálás.

SZÓBELI MEGJEGYZÉSEK

A GEOFIZIKAI-GEOKÉMIAI MEGFIGYELŐ HÁLÓZAT KIÉPÍTÉSE MAGYARORSZÁGON C. VITAINDÍTÓ TANULMÁNYHOZ

Egyed László lev. tag: Az első megfigyelő állomást a tihanyi obszervatórium mellett célszerű felállítani. A metodika előzetesen kidolgozandó. A feladat legcélszerűbben munkaközösségben oldható meg.

Kassai Ferenc osztályvezető: Kívánatosak porozitás, áteresztőképesség és kapilláris telítettség meghatározások. Az áramlás komplex jelenség; szerepelnek benne pl. a hidrodinamikai és a szénhidrogén áramlás különleges tényezői. Az éves cikluson kívül a meteorológiai, sőt csillagászati ciklusok befolyása is várható.

Kiss János egyet. docens: A mecseki uránérc kutatással kapcsolatos említett migrációs eredmények a tervezett vizsgálatok fontosságát alátámasztják.

Martos Ferenc igazgató: A magyarországi bányákban 1000 m-ig vannak nyitott térségek. A karsztvízterületeken víznyomjelzéses vizsgálatok több módszerrel, fluoreszcencia eljáráson kívül neutronaktiválással történtek. (Lásd: *Schmieder —Willems* tanulmányát e füzetben.)

Pantó Gábor lev. tag: Legfontosabb a felvetett szempontból, hogy a vizsgálat több mélységben és másra még nem használt fúrólyukban történjen. A törések tekintetében elkülönítendők a nagymélységű lineamentumok és medencebeli kisebb törések. Gyors változások várhatók fiatal vulkáni területek közelében. Célszerű kevesebb paramétert, de folyamatosan mérni.

Sebestyén Károly kandidátus, ELGI: Rendelkezésre állanak jól regisztrált pl. termikus, elektromos, mágneses, gravitációs mérések.

Tatár János kandidátus, a X. Oszt. szaktitkára: A sokoldalú vonatkozó méréseket tervtanulmánnyal és az OMFB-vel együttműködve lehetne legcélszerűbben összefoglalni.

ÍRÁSBELI HOZZÁSZÓLÁSOK

A GEOFIZIKAI–GEOKÉMIAI MEGFIGYELŐ HÁLÓZAT KIÉPÍTÉSE MAGYARORSZÁGON C. VITAINDÍTÓ TANULMÁNYHOZ

1. A MÉLYFÚRÁSI GEOFIZIKA HOZZÁJÁRULÁSA, LEHETŐSÉGEI A GEOFIZIKAI–GEOKÉMIAI MEGFIGYELŐHÁLÓZATHOZ

BARLAI ZOLTÁN

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A szelektív migráció geofizikai-geokémiai megfigyelőhálózatának kiépítése lehetőséget nyújt arra, hogy fúrólyukakban végzett geofizikai mérésekkel a mélyben figyeljük a szelektív migrációs folyamatokat, közvetlenül ott, ahol azok végbemennek. Ily módon a migráció bizonyos paramétereire pontosabb adatokat nyerhetünk, mint a felszínen végzett geofizikai mérésekkel vagy egyéb megfigyelésekkel. — Kétségtelen, hogy szelektív migrációs folyamatok történtek és történnek ma is a szénhidrogéntelepeket tartalmazó medenceterületeken, hiszen ezek eredményeképpen jöttek létre a feltárt szénhidrogéntelepek, és ezek a migrációs folyamatok sok helyen a mi időnkben is fennállnak. Ezért hazánk medenceterületei bizonyára fontosak a szelektív migráció geofizikai-geokémiai módszerekkel történő megfigyelése számára.

A medenceterületeken a szénhidrogéntelepek kialakulására alkalmas vagy szénhidrogéntelepeket tartalmazó geológiai szerkezetekben végbemenő szelektív migrációs folyamatokat két főbb csoportba lehet sorolni a migrációt kiváltó okok eredete szempontjából:

1. Az első csoporthoz azok a migrációs folyamatok tartoznak, amelyek okai nem az ember ipari tevékenysége révén jöttek létre, hanem a földkéregben uralkodó fizikai és kémiai eredetű erők hatására állnak fenn.
2. A szénhidrogéntelepek kutatásaival és feltárásával kapcsolatos ipari tevékenység, így fúrólyukak lemélyítése, vizsgáló vagy termelőkutakká alakítása, a porózus-permeábilis kőzetekben uralkodó nyomás és hőmérsékleti viszonyok megváltoztatása szintén szelektív migrációs folyamatokat hoz létre. E folyamatok egy része céljainknak megfelelően zajlik le a kőolaj és a földgáz kitermelésével kapcsolatban, másik része viszont szándékunktól függetlenül jön létre azáltal, hogy a fúrólyukak az izobár felületekre közel merőlegesen átharántolják a rétegeket, és egyes kutak nem tökéletes kiképzése (hibás cementezés, stb.)

hidrodinamikai „rövidzárakat" hozhat létre a nyomásmezőben, ami pl. kiváltja a gáz „átfejlődését" a kisebb mélységekben elhelyezkedő, kisnyomású porózus-permeábilis rétegekbe.

Kétségtelen, hogy a medenceterületeken az ipari tevékenységtől független szelektív migrációs folyamatok sebessége kisebb, mint az ipari beavatkozás által kiváltott folyamatok sebessége, ezért előbbiek megfigyelése, követése pontosabb mélyfúrási geofizikai méréseket, módszereket és értékelő eljárásokat kíván.

A „spontán" fizikai-kémiai erők hatására végbemenő szelektív migrációs folyamatok megfigyelése fontos a medenceterületek geológiai szerkezetének jobb megismerése és az energiagazdálkodás szempontjából, ezért figyelmünket elsősorban a spontán migrációk mélyfúrási geofizikai vizsgálatára fordítjuk. Mivel a mélyfúrási geofizika módszereinek ilyen irányú felhasználása világviszonylatban is újkeletű, ezért nincsenek kellő tapasztalatok a felhasználható módszerek hatékonyságáról. Eszmei megfontolások alapján mégis kitűnik néhány módszer, amelyek hatékonyságához komolyabb remények fűzhetők.

Elsősorban alkalmasnak látszik a *spontán stacionárius elektromos terek* felhasználása a megfigyelésre. E tereket a kőzetek természetes elektrokémiai és elektrokinetikai aktivitása hozza létre. A természetes elektrokémiai aktivitás a porózus üledékes kőzetekben ionok diffúziós folyamataival kapcsolatos; ezek között preferenciális diffúziós folyamatok is szerepelnek. Az elektrokinetikai aktivitást folyadékok és gázok áramlása váltja ki, az ezzel kapcsolatos elektromos mezők térerősség viszonyait alapvetően a kőzetek áramlási csatornáinak és az áramló anyagoknak a határán kialakuló zéta-potenciálok szabják meg. Nyilvánvaló, hogy a szelektív migrációs folyamatok befolyásolják ezeket a fizikai-kémiai jelenségeket, és így alkalmasok azok megfigyelésére.

Hasonlóképpen alkalmasnak látszik e megfigyelésekre az *egyenáramú (egyirányú) gerjesztő impulzusokkal létrehozott elektrokémiai és elektrotkinetikai aktivitás* vizsgálata. E módszerrel az áramlási csatornák határain kialakuló ionburkokat lehet gerjeszteni, és mivel az ionburok kialakulása függ az áramló anyagok minőségétől és az áramlás sebességétől, ezért a módszer várhatóan hatékony lesz a szelektív migrációs folyamatok követésére.

A megfigyelés számára felhasználható a *rétegek hőmérséklete*, mint mélyfúrási geofizikai módszerekkel mérhető fizikai paraméter. Köztudomású, hogy a szelektív migrációs folyamatok hatással vannak a rétegek hőmérsékletére.

Fel lehet használni a megfigyelés számára bizonyos *radioaktív és nukleáris paramétereket* is. Elsősorban *a kőzetek természetes gamma-sugárzásának aktivitása* kínálkozik erre a célra, mivel a gamma-aktivitás változhat a migrációban résztvevő anyagok radioaktivitásának megváltozása révén. Alkalmasnak látszik a *neutron besugárzással kiváltott gamma sugárzás intenzitásának mérése is.* A neutronok szétterjedése a kőzetekben a neutronok rugalmas és rugalmatlan

szóródásával, továbbá a neutronoknak a nukleonok által történő „elfogásával" jár; ezek a folyamatok részben gamma-sugárzást hoznak létre, amelynek intenzitása függ a szelektív migrációban résztvevő anyagok minőségétől, az áramló anyagokat felépítő atomok viszonylagos koncentrációjától. A porózus-permeabilis üledékes kőzetekben különösen a hidrogén, de amellett az oxigén és a karbónium is alkalmas az ilyen módon történő megfigyelésre. Felhasználható továbbá a *nukleáris mágneses mérés* (proton-precessiós mágneses vizsgálat), amely a kőzetekben levő *mozgékony folyadéktartalmat* érzékeli a mozgékony folyadékmolekulákat tartalmazó hidrogén atommagok mágneses momentumainak gerjesztése révén.

A felsorolt módszerek közül a természetes elektromos potenciálok és a gerjesztett elektromos potenciálok mérésén alapuló módszerek csak béléscsövezetlen (vascsővel ki nem bélelt) fúrólyukakban alkalmazhatók. A többi módszer felhasználható mind béléscsövezetlen, „nyitott" fúrólyukakban, mind béléscsövezett kutakban.

Egyes módszerek — így a termikus, radioaktív-nukleáris módszerek — kizárólag a fúrólyukak közvetlen környékének vizsgálatára alkalmasak, így e módszerek alkalmazását mindig az adott fúrólyukra kell korlátozni. A természetes elektromos potenciálok és a gerjesztett elektromos potenciálok mérésén alapuló módszerek azonban alkalmasak arra is, hogy *két szomszédos fúrólyuk kijelölt mélységi helyei között* végezzük el a vizsgálatokat, ezáltal a két fúrólyuk között elhelyezkedő kőzetekben bizonyos *átlagos képet* kaphatunk a szelektív migrációs folyamatról.

Áttérve az ipari tevékenység által kiváltott szelektív migrációs folyamatok mélyfúrási-geofizikai módszerekkel történő vizsgálatára, a geofizikai-geokémiai megfigyelés ezzel kapcsolatos feladata megállapítani e folyamatok közelebbi sajátságait. Úgy gondoljuk, hogy hazánkban sok potenciális lehetőség van kihasználhatatlanul ebben a vonatkozásban.

A kőolaj- és földgáztelepek leművelésével kapcsolatos ipari tevékenység előidézi a rétegekben elhelyezkedő folyadékok bizonyos irányított migrációját. A szénhidrogéntárolók egy részénél csak a rétegek saját folyadék és gázrendszere vesz részt a migrációban, a tárolók más részénél a szénhidrogénkészletek hatékonyabb kinyerése céljából a földfelszínről visszasajtolt vagy besajtolt folyadékok (pl. víz) és gázok (CH_4, CO_2) is részt vesznek a migrációban. Minthogy nem mindig sikerül a szelektív migrációt a kívánt módon irányítani, ezért fontos a migrációs folyamat megfigyelése, ellenőrzése.

E migrációs folyamatok megváltoztatják a pórustér viszonylagos folyadéktelítettségét, és a mélyfúrási geofizika a folyadéktelítettségi viszonyok megfigyelése által járulhat hozzá a feladat megoldásához. Erre a célra a mélyfúrási geofizikai paraméterek közül a kőzetek fajlagos elektromos ellenállása (ellenállásszelvényezés) és a neutronokkal gerjesztett gamma-sugárzás intenzitása, továbbá a nukleáris mágneses (proton-precessziós) vizsgálat használható fel

leghatékonyabban. Különféle vizsgálati eljárásokat hoztak létre a gyakorlat számára [1]; ezek között számos olyan eljárás található, melyeknél zárt béléscsőrendszerben végzik a mélyfúrási geofizikai méréseket; ehhez a béléscsőfejben elhelyezett speciális tömszelencén (lubrikátor) keresztül bocsátják le a mérőkábelt.

Kidolgozták a radioaktív izotópos „víznyomozó" eljárásokat [2] a szénhidrogén telepekben végbemenő áramlások vizsgálatához. Elsősorban hosszú felezési idejű, lágy béta-sugárzó tricium izotópot használnak e vizsgálatokhoz. A tricium kémiai jellege szempontjából nem tér el a hidrogéntől, így a vízben könnyen oldódik, ezért igen alkalmas az ilyen vizsgálatok számára. A megfigyelő kutakból vett vízminták triciumtartalmának elemzése radioaktív laboratóriumban történik. E módszer is felhasználható hazai szénhidrogéntárolóink szelektív migrációs folyamatainak követésére, elsősorban a mészkő és dolomit tároló kőzetekben.

Említettük, az ipari tevékenység nem kívánatos migrációs folyamatokat is kiválthat. Elsősorban a kutak rossz minőségű cementgyűrűin keresztül gáz fejtődhet át az alsóbb rétegekből a felszínközeli kisnyomású rétegekbe. A mélyfúrási geofizikai vizsgálatok a neutron-gamma módszer alkalmazásával megbízható képet adhatnak az átfejtődés folyamatáról. Ehhez a kijelölt fúrásokban, illetve kutakban különböző időpontokban vesznek fel neutronokkal gerjesztett gamma szelvényt. A pórustér gáztelítettségének változását a neutron-gamma intenzitás megváltozása jól jelzi [3].

IRODALOM

1. Bryant H. L.: Production well logging techniques. Geophysics Aug. 905, 1960.
2. Vasziljeva N. A.—Szokolovszkij E. V.—Majdebor V. N.: „Rezultatü isszledovánij dvizsenijá po plásztu nágnetáemoj vodü pri pomoscsi radioaktivnovo izotopa vodoroda tritijá. Gosztoptehizdat VNII, Trudü, *Moszkva* XXIX. 266, 1966.
3. Lovan T. E.—McClukey L. D.: „Logging observation wells in gas storage", Jl. of Petr. Techn. July 745, 1964.

2. FÚRÓLYUKAKBAN VÉGZENDŐ ÉSZLELÉSEK LEHETŐSÉGEI A GEOFIZIKA TERÜLETÉN

BARTA GYÖRGY

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A geofizikusok régóta törekszenek arra, hogy a pontosság fokozása érdekében méréseiket mélyen a föld alatt végezhessék; a mágneses obszervatóriumokat föld alá süllyesztik, a gravitációs és földrengési obszervatóriumokat elhagyott bányavágatokban, természetes barlangokban helyezik el.

A föld alatt végzett megfigyelések fő előnye az, hogy a mérőeszközöknek és környezetüknek hőmérsékletállandósága kiküszöböl egy igen számottevő mérési hibát. A felszíni laza rétegeknek hőmérséklet és légnyomás ingadozásából, valamint tömörödésből származó mozgása is — egy állandó bizonytalan háttéri hatást, ún. zajt keltve — rontja a mérések pontosságát és egyértelműségét. Fokozza ezt a hatást, hogy a földfelszín ki van téve a csapadék, szél, talajfelfagyás, a tengerpartokon a hullámjárás stb. hatásainak.

Mélyen a felszín alatt elhelyezett műszerekkel ezért könnyebb a valódi természeti jelenséget kimutatni és mérethűen meghatározni, mint a sok esetleges mellékhatásnak kitett felszíni mérésekkel.

Különösen nagy pontosságot igényel a kéregben felgyülemlő feszültség, ill. az azt okozó igen kisméretű elmozdulások és a feszültség felhalmozódását jelző mikroszeizmikus mozgások mérése. Pedig ezek ismerete a földrengések mechanizmusának feltárása és előrejelzése szempontjából fontos. Nem véletlen, hogy ezzel a problémával a földrengések pusztításának erősen kitett, sűrűn lakott területek (Japán, Kalifornia) kutatói foglalkoznak elsősorban.

Amerikában a San Francisco közelében húzódó kb. 1000 km hosszú San Andreas geológiai törésvonalon egy obszervatórium-rendszert állítanak fel a földrengések előtt fellépő feszültségek felhalmozódásának és a törésvonalon jelentkező különböző irányú mozgásoknak kimutatására, a fellépő geotektonikai feszültségek felhalmozódásának és a törésvonalon jelentkező különböző irányú mozgásoknak kimutatására, vagyis a geotektonikai jelenségek helyszíni tanulmányozására. Az obszervatórium-rendszerben nagy szerepet kapnak a fúrólyukakban elhelyezett szeizmográfok, dőlés- és feszültségmérő műszerek. Ezen a területen a földrengési epicentrumok meglehetősen kis mélységben (kb. 5 km) vannak, és ez lehetővé teszi, hogy elég mély fúrásokban a műszereket a várható epicentrumban, vagy legalábbis annak közelében helyezzék el.

Az obszervatórium-rendszert a klasszikus mágneses regisztrálóműszerek mellett laser-sugaras feszültség- és dőlésmérőkkel is felszerelik. 10—20 km távolságra a törésvonallal párhuzamosan és merőlegesen vetett monokromatikus laser-sugárral az igen csekély talajmozdulásokat, kompressziókat és dilatációkat, nyíróhatásokat kívánják nagy pontossággal mérni. Természetes, hogy ezeknek a méréseknek a kivitelezésénél is fel kívánják használni a fúrólyukakban végzett mérések előnyeit.

Az árapály-keltő erő a hidroszféra mellett deformálja Földünk szilárd kérgét is, és naponta kétszer emelkedést és süllyedést idéz elő a litoszférában. Ez a jelenség nyilvánvalóan nemcsak a földtest általános rugalmasságának elvi kérdésére ad választ, hanem szivattyúhatásával — főleg törésvonalak mentén — befolyásolja a kőzetek hézagaiban és pórusaiban levő gáz- vagy folyadékhalmazállapotú anyagok áramlását is. Az ilyen természetű fúrólyukakban végezhető vizsgálatok érdekes jelenség-kapcsolatokra vetnek fényt.

A földkéregben fellépő mechanikus feszültségek, mozgások és erőtérváltozások mérésén túlmenően a fúrólyukak lehetővé teszik a jellegzetesen felülethez kötött, tehát kétdimenziós földáram-méréseink kiterjesztését a harmadik dimenzióba. Fúrólyukak felhasználásával ugyanis a földi áram változásának függőleges összetevőjét is regisztrálni lehet. Kellő mélységű fúrások esetén pedig választ lehet talán nyerni arra az elvi kérdésre, hogy a skin-hatás milyen mértékben érvényesül a földi áramokban, és közvetlen méréssel meg lehet állapítani, hogy mennyire torzul az áramok időbeli lefutása a mélységgel.

Érdekes kísérlet-sorozattal lehetne vizsgálni a rádióhullámok terjedését a földkéregben. Fúrólyukakba helyezett adó- és vevőberendezésekkel a rádióhullámok terjedési viszonyairól és azok esetleges időbeli változásairól is ismereteket nyerhetnénk.

A főleg elméleti jellegű, elvinek tekinthető kutatásnak azonban közvetlen gyakorlati oldalai is lehetnek. A Tatabányai Szénbányászati Tröszt geofizikai kutatásokat végez a frontfejtés utáni kőzetbeomlás folyamatainak tanulmányozására és távolból való kimutathatóságára. A kőzetek fellazulása következtében valóban lépnek fel bizonyos mérhető változások a kitermelt terület felett és szélén a gravitációs tér szerkezetében és a kőzetek szeizmikus sebességében.

Kívánatos volna a kitermelés folyamán fellépő, a beomlásokat megelőző és követő mozgásokat a bányaművelés alatt álló területeken telepített fúrólyukakban elhelyezett szeizmométerekkel rendszeresen mérni, illetve folyamatosan regisztrálni. A fejtés munkazaja bizonyosan más jellegű szeizmikus regisztrátumot eredményez, mint a fejtés utáni beomlás kezdő repedezése és főomlása, valamint az azt követő, ülepedéssel járó utórezgések. A vizsgálatokkal a gyakorlatban jól felhasználható adatokat nyerhetnénk a beomlási folyamatokról, a kőzetek szilárdsági viszonyairól stb.

A mélyben végzett mérések, kísérletek és megfigyelések a felszíniekhez

képest jóval pontosabbak, és sok vonatkozásban új eredményeket hozhatnak Földünk folyamatainak megismerésében, ezért végzésük indokolt és kívánatos. Erre mutat a geofizikusok állandó törekvése zavartalan, felszín alatti mérések kiépítésére és megszervezésére. Tudatában kell lennünk azonban annak, hogy az eddig elért eredményeken túlmenő törekvés egészen új mérési és megfigyelési módszerek kialakítását és a fúrólyuk körülmények között is használható különleges követelményeknek megfelelő műszerek, sőt műszercsaládok kialakítását teszi szükségessé.

A műszerépítés területén sok tapasztalattal rendelkező karotázs-szakembereink ebben lényeges segítséget nyújthatnak. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a kifejlesztendő műszerek az eddigiektől mind módszer, mind kívánalmak tekintetében lényegesen különböznének, ezért megtervezésük és elkészítésük igen bonyolult, nehéz feladat és komoly műszerkutatási program megindítását igényli.

Viszonylag könnyebb körülmények között végezhetünk hasonló méréseket elhagyott, de be nem omlott bányák vájataiban és természetes barlangokban is. Az ilyen jellegű méréseket lépcsőfoknak tekinthetnénk a fúrólyuk-mérések megvalósítása felé. Barlangmérésekre és az ahhoz szükséges műszerkonstrukciós munkákra bizonyos kutatógárda áll rendelkezésre, érdemes az itt felmerülő lehetőségeket szem előtt tartani.

Fúrólyuk-obszervatórium telepítésénél a geológiai követelmények mellett tekintettel kell lennünk a már meglevő földfizikai hálózat lehetőségeire. Ezzel sok munkát és költséget takaríthatunk meg. Remélhető, hogy jól szervezett, céltudatosan telepített fúrólyuk-mérések fontos új adatokat nyújtanának a magyarországi földkéreg felépítésének és folyamatainak megismeréséhez

3. A GEOFIZIKAI—GEOKÉMIAI MEGFIGYELŐ HÁLÓZAT KIÉPÍTÉSÉNEK KÉRDÉSÉHEZ METEOROLÓGIAI SZEMPONTBÓL

BÉLL BÉLA

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A porózus kőzeteken keresztül a gáz- és folyadékáramlást olyan meteorológiai tényezők befolyásolhatják, amelyek egyrészt a talajszerkezetet és a talajban való anyagmozgást, másrészt a talajfelszínről a talajközeli légrétegbe jutó légnemű anyag kilépését és elszállítását módosítják. Az első csoport paraméterei a talajnedvesség és a talajhőmérséklet, a másodiké a légnyomás és ennek gyors változásai, továbbá a talajközeli turbulens anyagátvitel tényezői: a szél, a hőmérséklet és a nedvesség, valamint ezek függélyesmenti változása (vertikális gradiense). Az utóbbi tényező feltételezi az áramló anyag (gáz) koncentrációjának különböző szintekben történő mérését.

Az összefüggést vizsgálhatjuk makroméretekben: a magyar medence térségében és éves, évszakos időegységek átlagában vagy mikroméretekben: egy helyen, folyamatosan. A makrovizsgálatok szempontjából előnyt jelent a magyar medence bizonyos mértékig zárt rendszere, amely lehetővé teszi a medence légterében a hő- és vízkészlet változásainak nyomonkövetését a meteorológiai és hidrológiai adatok birtokában. Az eddig végzett becslések szerint (BACSÓ, BERKES) a légáramlás hőt és vízgőzt (rejtett hőenergiát) szállít el a medence légteréből. A makrovizsgálatokat lehetővé teszi az a meteorológiai állomáshálózat, amelyen a szokásos éghajlati adatokon kívül különböző mélységben (általában 150 cm-ig) rendszeresen mérik a talaj hőmérsékletét és nedvességtartalmát. Az Orsz. Meteorológiai Intézetnek 16 ilyen állomása van.

A mikroméretű, időben gyorsan változó anyagszállítást befolyásoló meteorológiai tényezőket a szarvasi agrometeorológiai obszervatórium hő- és vízháztartás méréseivel tudnánk követni. Itt a talajhőmérsékletet különböző mélységben (150 cm-ig), a levegő hőmérsékletét különböző magasságban (2 m-ig), elektromos hőmérőkkel regisztrálják, s óránként mérik és számítják a turbulens hő-, víz- és általában az anyagátvitel tényezőit. Mód van a talajnedvesség elektromos úton és radioaktív izotópok felhasználásával történő rendszeres mérésére is. A nagy adattömeg feldolgozását megkönnyíti a most készülő digitális rendszerű regisztrálás, amely az adatokat lyukszalagra rögzíti a gépi feldolgozás érdekében.

Hasonló számításokat tesznek lehetővé az ELTE meteorológiai tanszékének folyamatos mérései Martonvásáron, a KLTE és a JATE meteorológiai tanszékeinek időszakos (főként nyári) mérései a Hortobágyon, illetőleg a Bükk hegység dolináiban.

4. HOZZÁSZÓLÁS A GEOFIZIKAI-GEOKÉMIAI HÁLOZAT KÉRDÉSÉHEZ

KERTAI GYÖRGY

LEVELEZŐ TAG

A kérdéssel víz vonatkozásban foglalkoznak több kutatóhelyen. Így a VITUKI a mélységi vizek dinamikai kérdéseivel (BÖCKER T.), a MÁFI az alföldi sekélyebb vizek dinamikai viszonyaival (RÓNAI A.), a Bányászati Kutató Intézet és a Dorogi Szénbányászati Tröszt karsztvíz kérdésekkel (SCHMIEDER A. és VENKOVICS I.), a bauxitterületek vízmigrációs problémáival a Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi (HÖRISZT GYÖRGY) foglalkozik.

Geokémiai jellegű indikációs problémákkal és vizsgálatokkal foglalkozott STEGENA L. professzor, a MÁFI-ban JÁRÁNYI I. és az általa vezetett csoport.

Véleményem szerint elsősorban a vonatkozó adatokat kell összegyűjteni. A szénhidrogén migrációs adatai eléggé negatív eredménnyel jártak, mert az egymilliomod rész szénhidrogént is kimutató SZOKOLOV-féle gázdetekció a világ legtöbb területén csődöt mondott, és vele még sehol olajat nem találtak. Az Amerikában és Nyugat-Németországban használt „Laubmayer processus" eredménye szerint a felszíni talajbomlásból származó szénhidrogén-nyomok leárnyékolják mennyiségileg a mélyben felmigráló esetleges szénhidrogéneket.*

Az adatgyűjtést az MTA keretében kellene megoldani, bevonva az ELGI és a Meteorológiai Intézet, továbbá a fenti szervek megfigyelő hálózatát, és csak második lépésben szabad további megfigyelőhelyek kiépítésére gondolni. A földtani kutatási perspektivikus alapból ez évben pénzt nem tudunk rendelkezésre bocsátani.

* Éppen ezért kell mély detekció. (Szerkesztő)

5. SZOVJET KUTATÁSOK EREDMÉNYEI A KŐOLAJ MIGRÁCIÓJA TERÉN

KŐRÖSSY LÁSZLÓ

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A kőolaj migrációjának általában három szakaszát különböztetik meg. Az elsődleges vándorlással a kőolaj és a földgáz a finomszemű és minimális áteresztőképességű anyakőzetből a porózus és áteresztő tárolókőzetbe jut, a másodlagos vándorlással a tárolókőzet alkalmas részein (csapdákban) koncentrálódik, akkumulálódik (telepek képződése), végül a harmadlagos vándorlással a korábban akkumulálódott kőolaj és földgáz újra tovább vándorol, — a tökéletlen zárás, a szerkezeti mozgások utáni újrarendeződés következtében (telepek pusztulása).

A másod- és harmadlagos migráció kérdésében a kutatók lényegében egyetértenek, de a legutóbbi időkig vitatott az elsődleges vándorlás lehetőségének kérdése. A finomszemű impermeábilis anyakőzetben diszperz állapotban levő bitumenes anyagok az adszorbciós erők következtében annyira a finom ásványi szemcsék felületére tapadnak, hogy sokan tagadják a primér migrációt és evvel az üledékes anyakőzetből az organikus úton való keletkezés lehetőségét is. Az anorganikus eredet híveinek egyik legfontosabb érve éppen az elsődleges migráció lehetőségének tagadása [1].

Az organikus keletkezés hívei viszont a telepviszonyok között levő anyakőzetből történő migrációnak több elvi lehetőségét is kidolgozták. Az egyik lehetőség a rétegvízben oldott vagy molekuláris micellák alakjában való elsődleges vándorlás, az anyakőzet tömörülése és diagenezise folyamán. A másik lehetőség az organikus anyagokból keletkező gázokban való oldódás és a gázfázisban történő elsődleges vándorlás.

A primér migrációnak ezeket az elvi lehetőségeit mind ez ideig nem lehetett bizonyítani. Ezen a téren a kb. 1960 óta végzett szovjet kutatások azért nagy jelentőségűek, mert kísérletekkel bizonyítják a gázban oldott állapotban való elsődleges vándorlás lehetőségét a közepes mélységű üledékes medencékben uralkodó nyomás-hőmérsékleti viszonyoknál, a folyadékokra nézve csaknem impermeábilis kőzetekben diszpergált szénhidrogének esetében is.

A kísérletek közben több figyelemre méltó törvényszerűséget állapítottak meg.

Az első ilyen vizsgálatot M. A. KAPELJUSNYIKOV [8] végezte. Kimutatta, hogy a kőzetben diszpergált bitumenes anyag 160—400 at nyomáson CO_2 gázban

oldódik, és nyomáscsökkenéskor kondenzálódik. Ugyanezt a kísérletet metánnal és propánnal M. I. GERBER, T. P. ZHUSE, E. V. POTKOVA, A. V. GUSZAREV végezték [2], megállapítva, hogy a kőzeten átsajtolt CH-gázokkal a szórt bitumen egy része gázfázisban átvihető alacsonyabb nyomásterületekre.

Az egyik vizsgált mészkő kloroformmal extrahálható bitumen tartalmának metánnal 8,4%-át, propánnal 15,4—43,2%-át nyerték ki 100—120 C°-on és 300—350 at nyomáson. Bár a kőzet kloroformos extrahálással megállapított eredeti bitumentartalmának csak 21,9%-a metán-naftén és 29,5%-a aromatikus szénhidrogén, mégis a metánnal kioldott anyag első részének 80%-a volt a metán-nafténes szénhidrogén. A metánsorba tartozó szénhidrogének tehát az alkalmazott fizikai viszonyok mellett nagyobb mennyiségben távoznak az anyakőzetből. Mivel a vizsgált kőzeten átsajtolt gáz a kísérlet elején magával viszi a metán-naftén szénhidrogének nagy részét, ezért a vizsgálat későbbi szakában ezek mennyisége csökken. A propán kevésbé szelektív oldószer, a propánnal kivont anyagban lassabban növekszik az aromatikus és gyantás anyagok részaránya. Különben a propán mintegy tízszer jobb oldószernek bizonyult, mint a metán.

Másrészt a felszínről és fúrásból vett kőzetmintákon végzett kísérleti eredményekből E. A. GLEBOVSZKI (1961) ugyancsak arra következtetett, hogy a feltételezhetőleg már elsődleges migrálást táplált diszperz bitumeneket tartalmazó kőzetek viszonylag gazdagabbak aromatikus szénhidrogénekben, mint a recens vagy fiatal bitumenes kőzetek. Az olyan bitumenes mészkőben, amelyről feltételezhető, hogy átesett bizonyos elsődleges migráción és már csak maradék mozgásra képes bitumenes anyagot tartalmaz, kisebb az alacsony forrpontú mozgásra képes szénhidrogének részaránya. Az egyik felszínről vett mészkőmintában ez 38%, fúrásból (835—840 m-ből) származó mintában 4,1%, vagyis közel kilencszer több az alacsony forrpontú szénhidrogén az előbbiben.

Megállapították, hogy a gyanták, aszfaltének nagyobb része az erősebb adszorbció és a besajtolt gázban való gyenge oldhatóságuk következtében bentmarad az anyakőzetben. Következésképpen a kihozott bitumenes anyag összetétele a kőolajokéval azonos. Amíg a kloroformos extraktumok gyantás anyagtartalma 2—11-szer nagyobb a kőolajokénál, addig a besajtolt gázzal kihozotté 1,1—7-szer kisebb a kloroformos extraktuménál [2].

A mészkövek — márgák és agyagpalák bitumentartalmának összetétele különböző. Az agyagpalák metán-naftén szénhidrogénei bonyolultabb nagymolekulájú anyagok, fénytörésük nagyobb, viszont a mészkőveké egyszerűbb, fénytörésük kisebb és gázfázisba könnyebben átvihetők.

Ahogyan a különböző lelőhelyekről származó kőolajok egyes frakcióinak aránya különböző, úgy a besajtolt gázzal a különböző anyakőzetekből kihozott bitumenes anyagok is különbözőek, tehát a kedvező viszonyok mellett az egyik anyakőzet könnyebb, a másik nehezebb alkatrészekben gazdagabb kőolajat ad.

A kísérletek szerint a nehezebb kőolaj szárazabb gázzal nagyobb hőn és nyomáson vihető egyfázisú gázállapotba, mint a könnyebb kőolaj és propánban gazdagabb gáz.

Kísérleteket folytattak a különböző agyag-homoktartalmú mesterséges kőzetmintákon való gáz-kondenzátumok átsajtolásával [5]. Megállapították, hogy a kvarctörmelékből álló mesterséges kőzeten lényegében változatlanul halad át a kondenzátum. Az 50% montmorillonitot tartalmazó mintán, amelynek áteresztőképessége 0,01 md volt, 320—330 at nyomáson kezdett a gáz átszivárogni. Az átszivárgó gáz kondenzátumtartalma az átsajtolt gáz mennyiségével növekedett. A 11,4-szeres pórustérfogatnak megfelelő gáz átsajtolása után a gázban 62,2 g/m^3, a 17-szeres után 77 g/m^3 és 21-szeres után 84,4 g/m^3 a gáz kondenzátumtartalma. Utóbbi már csaknem annyi volt, mint a kísérletre alkalmazott gázé. A kondenzátumtartalom növekedése annak a következménye, hogy az agyagos kőzet először a nehezebb CH komponenseket adszorbeálja, s miután adszorbciósan telítődött, változatlanul átengedi.

Lényegében ugyanezt az eredményt kapták a 80% montmorillonit tartalmú, 0,0008 md áteresztő képességű minta esetében is.

Az eddigi kísérletekre használt kőzetminták vízzel nem nedvesített állapotban voltak. A vízzel nedvesített mintákon Sz. N. Beleckaja [6] végzett vizsgálatokat. Eredményei szerint a telepviszonyok melletti nyomáson és hőfokon a bányanedves állapotban levő kőzet diszperz bitumentartalmának gázfázisban való migrációját a jelenlevő víztartalom kedvezően befolyásolja.

Végül vizsgálták azt a kérdést, hogy a természetben az anyakőzetben van-e jelen annyi gáz, amennyi a kőolaj elsődleges vándorlásához gázfázisba oldott állapotban szükséges. Erre vonatkozóan a V. A. Uszpenszkij módszerével végzett E. A. Rogozina vizsgálatai irányadóak [7]. Rogozina szerint az egyik megvizsgált szapropél organikus anyagának a barnaszén állapottól a hosszúlángú szén állapotig történő átalakulása közben a kiindulás organikus anyagának, 7,44% súlya illóvá alakul. Ez 1 kg kőzetre 9 liter gázfázisú anyag keletkezésének felel meg. Vizsgálatuk szerint, ha a besajtolt gáz a kőzet kloroformos extraktummal megállapított organikus anyagtartalmának 5%-át hozza ki, akkor minden kihozott kg bitumenes anyagra 16,4 m^3 gáz esik, ami elegendő a kőzetben levő diszperz kőolaj-bitumenek elsődleges migrációjához, még akkor is, ha nem számítjuk a barnaszenes állapot eléréséig keletkezett illó anyagokat.

A szénhidrogének elsődleges migrációra való képességét elsősorban az adszorbciós energiák szabályozzák. Az adszorbciós egyensúly a nyomás-hőmérsékleti viszonyok szerint alakul. Normál állapotban (+25 C° és 1 at mellett) az anyakőzet az adszorbció szempontjából telítetlen, diszperz szénhidrogén tartalmát nem adja le, sőt többet képes a felületi erőkkel megkötni, mint amennyit ezekből az anyagokból tartalmaz. De a kísérletek szerint a folyadék- és a gázfázisú szénhidrogének már kisebb nyomás és hőmérséklet emelkedéssel is egységes gázfázisba mennek át, ami által az anyakőzet adszorbciós egyensúlya

megbomlik, megindul a deszorbció és evvel megkezdődik a metán-naftén szénhidrogének vándorlása. Később, a nyomás-hőmérséklet emelkedésével megindul az aromásoké is. A kísérletek szerint kb. 400 at nyomásnál és 250 C° hőmérsékletnél a kőolajtelepekben előforduló összes szénhidrogén egyfázisú (gázfázisú) migrációba kezd, és csak azok az organikus anyagok (főleg gyanták és aszfaltének) maradnak az anyakőzetben, amelyek mozgásra képtelenek.

A magyarországi bitumenes kőzetek hasonló vizsgálata értékes adatokat szolgáltatna a kutatási perspektívához.

IRODALOM

1. Rudakov G. V.: A folyékony szénhidrogén felhalmozódások keletkezésének fizikai lehetőségei vízben oldott és diszpergált állapotban. Genezisz nyefti i gaza. Az 1967. februári moszkvai konferencia előadásgyűjteménye. Szovj. Tud. Ak. kiadása, Moszkva 428—435, 1967.
2. Gerber M. I.—T. P. Zhuse—E. V. Potkova—A. V. Guszarev: Üledékes kőzetekből, sűrített szénhidrogéngázokkal kivont bitumenek vizsgálata. A kőolajlelőhelyek geokémiája és hidrokémiája. Szov. Tud. Ak. kiadványa, Moszkva 31—39, 1963.
3. Sokolov V. A.—T. P. Zhuse—N. B. Vassoyevich—P. L. Antonov—G. G. Grigorjev—V. P. Kozlov: Migration processes of gas and oil, their intensity and directionality. VI. World Petr. Congr. előadásgyűjteménye. Frankfurt a. M. 493—505, 1963.
4. Gerber I. M.—T. P. Zhuse—V. C. Orlova—V. P. Kondrajtyev—E. V. Potkova—A. V. Guszarev: Az üledékes kőzetekben diszpergált bitumen kihajtása gázbesajtolással és összetételének vizsgálata. (l. 1. 412—420).
5. Zhuse T. P.—T. P. Szafronova: Kísérleti vizsgálatok a szénhidrogének (bitumenek) üledékes kőzeteken keresztül való átvitelére besajtolt gázokkal. (l. 1. 404—412).
6. Beleckaja Sz. N.: A diszperz bitumenek elsődleges vándorlási mechanizmusának kísérleti tanulmányozása üledékes kőzetekben, egyfázisú gáz állapotban. (l. 1. 420—420).
7. Rogozina E. A.: A szórt organikus anyag gázfázisú komponensei és az organikus anyag típusaihoz való viszonyuk. Kandidátusi dolgozat, 1965.
8. Szokolova M. N.—M. A. Kapeljusnyikov—Sz. L. Zaksz: Agyagos kőzetek szénhidrogénjeinek nagynyomású gázok oldása általi kiűzési lehetőségeiről. Dokladü Ak. Nauk SZSZSZR **4**, 108, 1956.

6. AZ MTA GEOFIZIKAI KUTATÓ LABORATÓRIUMÁNAK JAVASLATA A GEOFIZIKAI–GEOKÉMIAI MEGFIGYELŐHÁLÓZAT KIÉPÍTÉSE MAGYARORSZÁGON C. TANULMÁNYHOZ

TÁRCZY-HORNOCH ANTAL

AKADÉMIKUS

Az MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma a szelektív migrációs folyamatok tanulmányozását elvileg helyesnek tartja, és azt a maga részéről támogatja.

Jelenleg, mai munkakörét, kutatási tematikáját illetően nem rendelkezik sem olyan eszközökkel, sem olyan kialakított mérési módszerekkel, tapasztalatokkal, amellyel a főként mélyfúrási geofizikai technikát igénylő feladatokból részt tudna vállalni. Ez nem zárja ki azt, hogy a kutatások bizonyos fázisaiban ne kapcsolódhatna be a vizsgálatokba. Utalunk itt elsősorban a *felszíni* geoelektromos kutatások, elsősorban nagypontosságú természetes potenciálmérések, regisztrálások jelentőségére a filtrációs folyamatok kutatásában. Célszerű lenne ezeket a vizsgálatokat a meglevő (és a telepítendő) elektromágneses obszervatóriumokhoz kapcsolni. A felszíni és a mélybeni folyamatok kapcsolatának megállapítása végett kívánatos a tektonikai vonalakon tervezett fúrások egy részét a tektonikai helyzet felmérése után az obszervatóriumok környékén lemélyíteni. Az obszervatóriumoknak ez utóbbi esetben bázis jelleget adhatunk, biztosíthatjuk velük az extraterresztrikus hatások leválasztását a potenciálból (PS-ból). Érdekes lehet medenceperemi helyzeténél fogva a Nagycenk melletti obszervatórium és a Nagyalföldön, központi helyzeténél fogva, az újonnan telepítendő szarvasi obszervatórium.

A BÁNYÁSZATTAL KAPCSOLATOS KARSZTVÍZKUTATÁS JELENLEGI ÁLLÁSA

SCHMIEDER ANTAL és WILLEMS TIBOR

A vízveszélyes bányászat nyereségtömegének csökkenését a vízvédelmi intézkedések (a vízemelés, a vízfakasztás, a vízelzárás stb.) és a hiányos védekezés következtében fellépő költségek okozzák. E nyereségtömeg csökkenése akkor lesz minimális, ha kedvező termelési struktúra mellett a bányászat optimális kockázattal (3,8) a gazdaságos biztonságra törekszik.

„Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása" c. kiemelt akadémiai feladat célul tűzi ki a gazdaságos biztonság elvének kidolgozását, alkalmazási feltételeinek meghatározását az üzemelő és telepítendő bányaüzemek rentabilitásának növelése céljából.

A hazai bányászatot legnagyobb mértékben a karsztvízveszély befolyásolja. A bányászat jelenleg 560 m^3/p vízmennyiséget fakaszt átlagosan 140 m mélységből. A fakasztott vízhozam 80%-át karsztvízveszélyes bányaüzemek emelik, átlagosan 155 m-ről, melynek csak energiára vetített évi költségigénye 120 millió Ft. E költségkihatás a karsztvízveszély okozta költségeknek csak része, ami a bányászat struktúrájának változásával és a műveletek mélység felé való eltolódásával emelkedő (1. táblázat) tendenciát mutat [1,2].

I. táblázat

A bányavízfakasztás alakulása a szénbányászatban

Bányászati ág	Megnevezés	A megfigyelés éve					
		1938	1961	1962	1963	1964	1965
Szén-bányászat	Kőszéntermelés 10^6 t	9,30	28,40	28,90	30,50	31,50	31,40
	Vízfakasztás m^3/p	57,00	253,00	317,00	344,00	377,00	385,20
	Fajlagos vízemelés m^3/t	3,30	4,72	5,80	5,74	6,28	6,44
	Emelési magasság m	102,00	160,00	171,00	166,00	168,00	162,30

Az elmúlt évtizedekben a karsztvízvédelem alapkoncepciója a személyi és vagyonbiztonság 100%-os megteremtését tűzte ki célul. Ennek következtében a tatabányai szénbányáknál vízvédelmi pillérekkel lekötött szénvagyon 16,4%, a dorogi szénbányáknál 16% és a középdunántúli szénbányáknál 6%.

A pillérben lekötött, jelentős szénvagyon mellett a szivattyútelepek méretezése maximális biztonságra történt, ami jelentős többletköltséget, a termelési költségek számottevő emelkedését eredményezte. A bányászatban a teljes vagyonbiztonságra való törekvés alapelvét fel kell adni, és megfelelő kockázatvállalással kell a gazdaságos művelés feltételeit megteremteni. Ennek érdekében elméleti és statisztikai módszerekkel meg kell keresni azokat az összefüggéseket, eloszlási függvényeket, amelyek a vízföldtani viszonyok, valamint bányaműszaki adottságok között fennállnak, és alkalmazásuk lehetővé teszi a gazdaságos biztonság kialakítását.

A természeti adottságok alapján kell kijelölnünk a jövőben megoldandó kutatási feladatokat.

Karsztos alaphegységű nyersanyagbányászatunk, elsősorban a karsztkőszén-, bauxit- és mangánbányászat a Dunántúli Magyar Középhegység felsőtriász-kori vízdús karsztos képződményeihez kötött. A művelési tevékenység a gyakran nagy víznyomás alatt álló víztároló kőzetösszlet felszínén vagy közvetlen fedőjében folyik.

A kristályos alépítmény üledékgyűjtőjében képződött főkarsztvíztároló karbonátos összlet vízföldtani karakterét a dachsteini mészkő és fődolomit hidrológiai, kőzettani, rétegtani, szerkezeti és hidrodinamikai jellemzői szabják meg. Bonyolítja a vízföldtani képet és a vízveszély összetettségét az a körülmény, hogy a főkarsztvíztároló kőzetek alatt és felett is emeletes, karsztosodott vízdús karbonátos kőzetrétegek települnek, melyek a törések mentén teljes értékű vagy részleges hidraulikus kapcsolatban állanak a főkarsztvíztárolóval.

A Középhegység vízforgalma [18] az alábbiak szerint alakul:

Csapadékátlag: kb. 1920 m^3/p.
Természetes és mesterséges megcsapolások: kb. 990 m^3/p.
Evapotranspiráció: 840 m^3/p.
Lefolyás: kb. 76 m^3/p.

A mérlegből következően a beszivárgás kb. 52%, evapotranspiráció 44%, lefolyás 4%. A mesterséges megcsapolás a beszivárgó csapadékvíznek pillanatnyilag közel 50%-a.

A hozzávetőlegesen másfélezer méter vastagságú főkarsztvíztároló a szerkezeti mozgások összhatásaként kb. 3000 m legnagyobb szintkülönbséget jelez. A természetes megcsapolások tszf. magasságai, a vízszintészlelő fúrások tanulságai amellett bizonyítanak, hogy a karsztvíztest piezométerszintje csupán lassan és fokozatosan változik az egyébként jelentős nyomáskülönbségű szélső helyzetek között. Ez a jelenség egy hidraulikailag összefüggő tárolóegység létére vall [11]. Ebből, valamint a bányászati, fúráskutatási és geofizikai mérési adatokból egyértelműen következik, hogy a Középhegység töréseinek vetődési magassága sehol sem haladja meg a kőzetösszlet teljes vastagságát.

A törések vízföldtani szerepe sok irányú. Feszített tükrű rendszerek esetében a vetődési magasságnak megfelelően növeli vagy csökkenti a vízveszély egyik fontos tényezőjét: a hidrosztatikai nyomást. A kőzetszövet folytonosságának megszakadásával a törések vízvezetőkké válnak. E vízvezetőképesség két fontos kritériumát ismerjük. A csapásmenti vízvezető- és tárolóképesség mértéke eredményezi a bányabeli vízbetöréseket és hozamalakulásokat. A dőlésirányú vízvezetőképesség eredményezi a magasabb és mélyebb helyzetű rögök érintkezési felülete mentén kialakuló és a hézagtérfogat változásának megfelelően ugyancsak változó vízutánpótlást. A szerkezeti formaelemek változó mértékű dilatációja miatt a törések vízvezetőképessége csapásirányok szerint is változik [19]. A dilatáció mértéke egyazon törés csapásiránya mentén is változik. Ennek a jelenségnek eredményeként a törési sík a felület egyes részein válik csak vízvezetővé. A törések újramozgásának száma és mértéke a kőzetszövet fokozott tönkremenése miatt növeli a vízvezetőképességet és ezáltal a vízveszélyt. Amennyiben a víztároló és a művelési térség között vízrekesztő rétegek települnek, ezek vastagsága — és ezzel együtt védőhatásuk is — a vetődési magasság arányában lecsökken, ami ugyancsak fokozza a vízveszélyt.

Fontos vízföldtani tényező a víztároló kőzetet a művelési térségtől helyenkint elválasztó vízrekesztő kőzet, a védőréteg. Megfelelő kőzetfizikai és településvastagsági feltételek esetén ellenáll a tárolókőzet víznyomásának. Védőhatása a tektonikus perforáltság, szilárdsági és áteresztőképességi tulajdonságai, valamint a felületén kiképzett fejtési üregek térbeli helyzete és nagysága függvényében változik [14].

A víztároló kőzet nyomásállapota a vízveszély mértékének ugyancsak jelentős tényezője. A hidrosztatikai nyomás változása függvénye a településmélységet kialakító szerkezeti tagoltság mértékének. A vízbetörések hozamváltozásainak vizsgálata azt mutatja, hogy a víznyomás növekedésével együtt egy adott nyomásértékig növekszik a vízbetörések egyedi hozama, azon túl már csökken. Ezt a nagy mélységű karsztövek karsztosodottságának csökkenéséből adódó rosszabb vízvezetőképesség eredményezi [1].

A vízveszély adott mértékének meghatározása céljából a felsorolt tektonikai, védőréteg- és víznyomás-hatásokat mérhetővé és egymással összevethetővé kell tenni. E célból alakítottuk ki a tektonikus tagoltság mértékéből levezethető áttörtségi mutatót, amely a művelési térséget harántoló törési síkok összességének a művelési terület kiterjedéséhez való viszonyát jelenti; a fajlagos védőrétegvastagság fogalmát, ami az 1 atm hidrosztatikai nyomásra eső védőrétegvastagságot jelzi. E mérőszámok alakulása, valamint az ezekhez rendelt és tapasztalatból ismert csapolt vízmennyiségek számszerű lehetőséget adnak a vízveszély mértékének közelítő becsléséhez.

Ennek megfelelően alakítjuk ki a karsztvíz elleni védekezés módszerét, ami lehet: preventív, passzív és aktív védekezés.

Karsztvízveszélyes bányászatunkban a preventív és passzív védekezési

módot általában együtt alkalmazzuk. Ahol a kombinált védekezési mód előfeltételei nincsenek meg, ott indokolt lehet az aktív védekezés alkalmazása.

A karsztvíztároló vízföldtani adottságai témakörében a már említett kutatási témákon kívül sor került a víztároló alaphegység rétegvonalas hegységszerkezeti térképének elkészítésére. Az 1 : 100 000 léptékű térkép a főkarsztvíztároló és azzal hidraulikai kapcsolatban álló ugyancsak karsztos alaphegységképződmények felszíni és letemetett domborzati és szerkezeti viszonyait ábrázolja a bányabeli feltárások, mélyfúrási és geofizikai mérési adatok alapján.

A főkarsztvíztároló nyugalmi vízszintjét — Szádeczky-Kardoss és Jaskó felismeréseinek, illetve adatainak kiegészítésével — ugyancsak 1 : 100 000 léptékű térképen ábrázoltuk. Ugyanilyen részletességű térképen kerültek feldolgozásra a Középhegység morfológiai és földtani vízgyűjtő területei, a csapadékeloszlási és beszivárgási adatok is, valamint a természetes megcsapolások.

Fenti vizsgálatok lehetővé tették a csapadékból történő utánpótlódás közelítő meghatározását is. 1 : 10 000 méretarányban medenceszintű vizsgálatot végeztünk az alaphegységben tárolt víz meghatározására, a nyugalmi vízszint alatti 500 m-es mélységig. Ezáltal lehetségessé vált az 1 tonna szénre eső, emelendő tárolt víz mennyiségének becslése.

A főkarsztvíztároló további tulajdonságainak megismerése céljából egész medencékre kiterjedő karsztvíz-nyomjelzési kísérletek történtek azzal a céllal, hogy a különböző karsztípusokban, változó feltételek hatására mozgó víztömeg áramlási tulajdonságait feltárják. Elsősorban a víznyomás jellegére, a változó mértékű leszívás okozta lamináris és turbulens vízmozgás minőségi, mennyiségi és térbeli alakulására kellett felvilágosítást kapni. Ezenkívül a jelzett víz hígulásának mértékéből a változó irányokban közlekedő víz tömegét kellett meghatározni. A kísérletek megállapították, hogy a vízmozgás sebessége irányoktól függően 40—320 m/ó között változik [16].

A nyert vízföldtani és hidrodinamikai adatok és összefüggések birtokában kismodell-vizsgálatok is történtek [9], illetve vannak folyamatban, amelyek ugyancsak a főkarsztvíztároló hidraulikai működési rendszerének felderítését szorgalmazzák. E kísérletek ez ideig bizonyos vonatkozásokban értelmezték a megcsapolási hely környezetének hidraulikai viszonyait, a dinamikus piezométerfelszín alakulását, a vízhozam és hidrosztatikai nyomás kapcsolatát, a vetőhidraulikát és a vízáteresztőképességi viszonyokat. Miután ez ideig kismintatörvény még nem áll rendelkezésre, a megismerések csak minőségi értelműek. E kutatási tevékenység folytatódik.

A vízföldtani és karszthidraulikai kutatások csak alapot szolgáltattak a bányászat során tapasztalt jelenségek összefüggéseinek értékeléséhez, nevezetesen a vízbetörések és a védőréteg, a vízbetörések és a tektonika, valamint a tektonika, védőréteg és a vízhozamalakulás kapcsolatainak, illetve az e tényezők kölcsönhatásától függő vízhozam-prognózis meghatározásához.

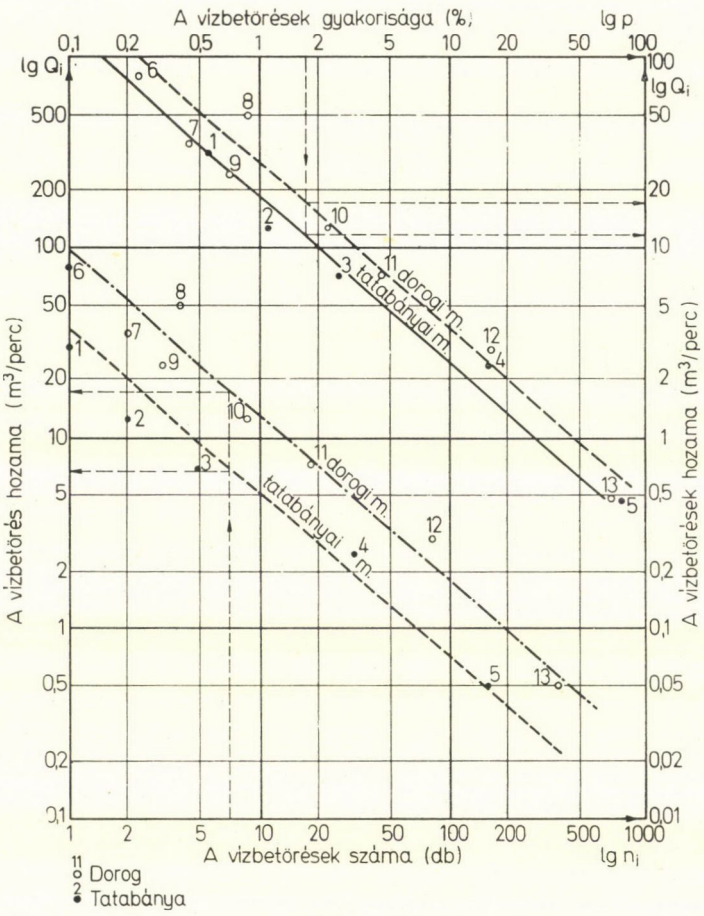
A vízbetörések összefüggése a tektonikai és védőrétegviszonyokkal kizárólag a leművelt és a művelés alatt álló bányamezők tényadataiból értékelhető. Az értékelés medencénkint, azon belül aknaüzemenkint megtörtént [1], amiből megállapítható volt, hogy a vízbetörések 70—80%-a közvetlen tektonikai törések mentén következett be, 16—21% a vetők töredezett zónájában, és mindössze 4—8%-nál nem mutatható ki a vetők közvetlen hatása. A védőréteg és a vízbetörések kapcsolata hasonlóan egyszerű, de jelentős összefüggést mutatott. Az értékelés szerint a vízbetörések 55—60%-a 0,0—0,5 m/at; 20—24%-a 0,5—1,0 m/at; 14—17%-a 1,0—1,5 m/at és csak 0—6%-a 1,5 m/at feletti fajlagos védőrétegű területen következett be. A feltárt, egyébként természetesnek tűnő kapcsolatok a további kutatásokat a tektonika, a VIGH (1949) által bevezetett fajlagos védőréteg, valamint a vízhozam-prognózis meghatározására irányították.

A kutatások 1958-tól számos érdekes megállapításra, az egyes tényezők jobb megismerésére és mint legfontosabb eredményre, a vízhozam szemiempirikus összefüggésének [17] meghatározására vezettek. A vizsgálatok szerint valamely karsztvízveszélyes aknaüzem legvalószínűbb vízhozama [17]:

$$Q = A \cdot \sqrt[n]{F}\,(\alpha + \beta + \gamma)^m$$

A képletben (A, n, m) a medencére jellemző állandó, F a vizsgált aknaüzem területe, α a tektonikától, β a védőrétegtől és γ a maximális vízbetörés hozamától függő tényező. Az összefüggés, mint látható, több tényező kölcsönhatásának számbavételével törekszik a vízhozam-prognózis megoldására, azonban nem teljes értékűen alkalmas a szivattyútelepek gazdaságos méretezésére, mert nem tartalmazza a vízbetörések nagysága, gyakorisága és a várható érték valószínűsége között kapcsolatot. (1. ábra.) A vízbetörések hozam szerinti megoszlása az eddigi megfigyelési adatok alapján arra mutat, hogy a nagy vízbetöréseknek csak igen kicsiny a bekövetkezési valószínűsége, míg a kisebb vízbetörések nagyobb valószínűséggel következnek be. Erre mutat a dorogi és a tatabányai szénmedence vízbetörési adataiból szerkesztett gyakorisági görbe is (1. ábra). A dorogi szénbányák területén > 30 m³/p-es vízbetörés bekövetkezésének valószínűsége $\sim 1{,}0\%$, ugyanakkor a < 5 m³/p-es vízbetörés 20%-os gyakorisággal jelentkezik. Az előzőekben tárgyalt vízhozamszámítási mód feltételezi, hogy a különböző intenzitású vízbetörések bekövetkezési valószínűsége egyenlő, ami túlméretezésre, a gazdaságosság csökkenésére vezet. A folyamatban levő kutatásoknak tisztázni kell tehát a vízhozam várható értékeinek valószínűségét és azokat az összefüggéseket, amelyekkel a gazdaságos biztonság elve kielégíthető.

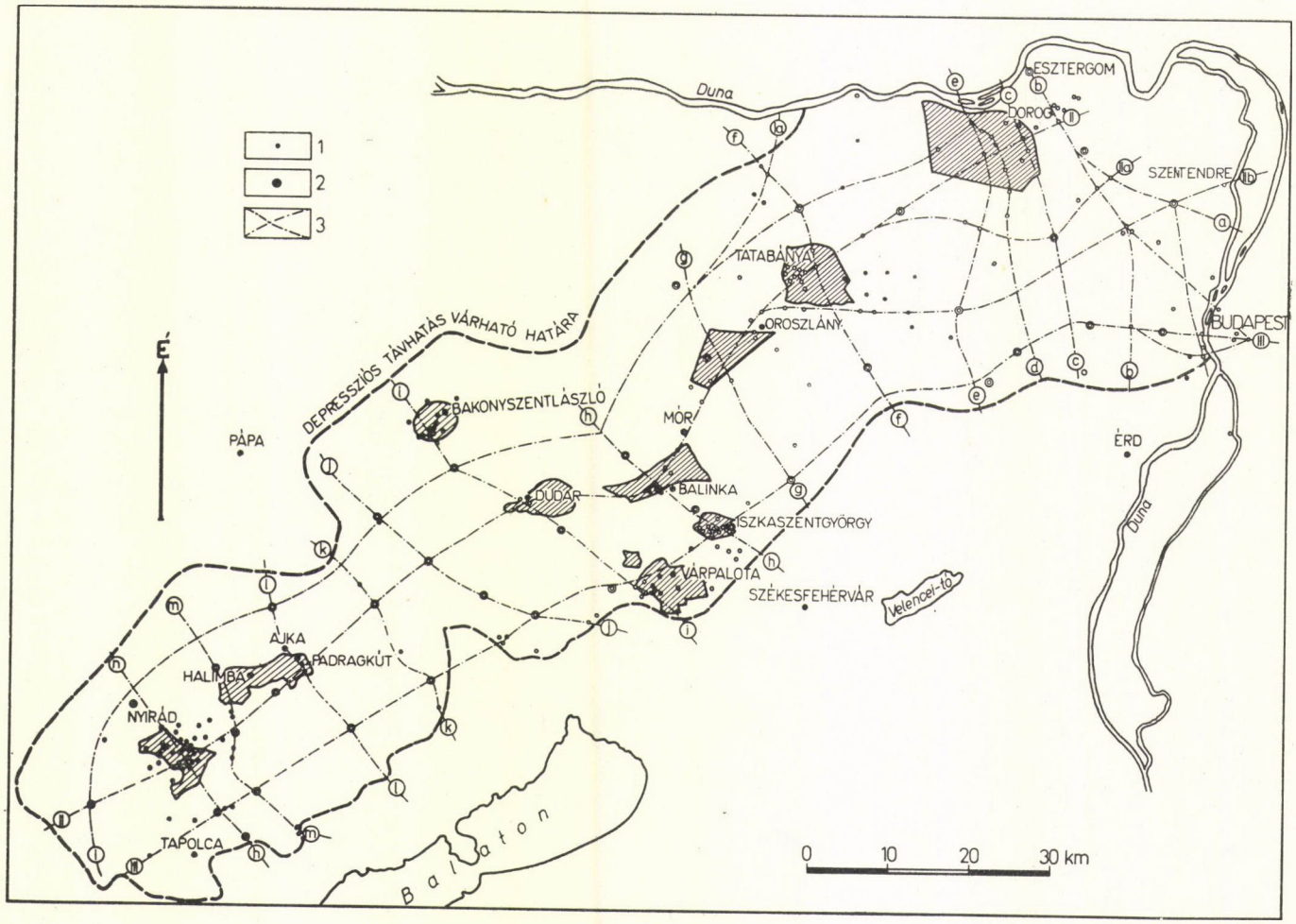
Az aktív vízvédelem tervezését ma még igen nagy bizonytalanságokkal terhelve végezzük. Ez annak a következménye, hogy a repedékes-hasadékos víztárolók hidraulikája nincs feltárva. Történtek kísérletek a természetes tele-



1. ábra. A vízbetörések hozama és gyakorisága közötti kapcsolat a dorogi és tatabányai szénmedencére vonatkoztatva

pülésben mért hidrodinamikai adatok értékelésére [10, 22,], azonban az eredmények korántsem megnyugtatók. Amilyen bő ismerettel rendelkezünk a karsztvíztárolók vízföldtani viszonyainak témakörében, annyira hiányosak ismereteink a karsztvíztárolókban fellépő hidrodinamikai jelenségekről. A vízmozgás törvényszerűségeinek felderítésére csak az egységes karsztvízszint-észlelő hálózat kiépítése (2. ábra) és a megvalósított vízszintsüllyesztések adatainak értékelése után számíthatunk.

A vízföldtani, a karszthidraulikai, valamint a bányászat során tapasztalt jelenségek összefüggéseinek megismerése végső soron a karsztvízvédelmi módszerek egységes rendszerének folyamatos kifejlesztését szolgálta. Kialakult a vízbetöréseket megelőző preventív és azok utólagos elzárását szolgáló mód és technológia, a határmenti és vetőmenti vízvédelmi pillérek méretezési módszere, a karsztvízveszélyes üzemek művelési elve, a szivattyútelepek, gátajtók mérete-



2. ábra. A Dunántúli Magyar Középhegység triász vízszintjének regionális észlelésére javasolt figyelő kúthálózat.
1. észlelésre alkalmas kút, akna; 2. javasolt figyelőkút; 3. észlelési háló

zése, az aktív vízvédelem rendszerének kialakítási elve és közelítő méretezése. A védekezés során kifejlesztett elvek, módszerek a gyakorlatban hatásosnak bizonyultak, ezért a gazdaságos biztonság elvének figyelembevételével továbbfejlesztésük fontos kutatási feladat.

A tárgyalt módszerek közül a vízelzárás technológiájának továbbfejlesztését a jövőben megfontolás tárgyává kell tenni. A bányászat mélység felé való eltolódásával a várható növekvő vízhozam következtében a vízemelési költségek emelkedésével kell számolni. A művelés gazdaságossága a vízhozamfakasztás korlátozását indokolja, ami a fő törések áteresztőképességének csökkentésével és a vizek utólagos elzárásával biztosítható. A fő törések áteresztőképesség-csökkentési módszerével ma még nem rendelkezünk. A jövő kutatási feladatai közé tartozik a vízhozamfakasztás rendszerének olyan kialakítása is, hogy az aknaüzem egész élettartamára vonatkoztatott emelt összes vízmennyiség minimális legyen.

A határmenti és vetőmenti vízvédelmi pillérek méretezési elve az ESZTÓ—VENDEL-féle (1938) méretezési elvtől napjainkig, különböző feltételektől függően—ZAMBÓ [20], VIGH [15], KESSERÜ [7]—változott. A pillérek tekintélyes készleteket kötnek le, ami a beruházás és művelés gazdaságosságát rontja. A soron következő kutatásokkal a pillérméretezést is a gazdaságos biztonság elvének figyelembevételével kell kidolgozni, hogy a pillérben lekötött, feltárt szénvagyon minimális legyen.

Különös fontosságot tulajdonítunk annak, hogy a további kutatómunka fokozottabban szolgálja a termelés gazdaságossági mutatóinak növelését. Ezt a törekvést segíti elő a tervezett további kutatások volumene és intenzitása. E kutatási programot a Bányászati Szakbizottság a MTA Bányászati Tudományos Bizottsága elé terjesztette.

IRODALOM

1. AJTAY Z.—SCHMIEDER A.—WILLEMS T. és szerzőtársaik: Bányavizek elleni védekezés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1962.
2. AJTAY Z.—POHL K.—SCHMIEDER A.—WILLEMS T.: Bányavízvédelmi kutatások. Javaslat a MTA Bányászati Tudományos Bizottsága részére. 1967. (Kézirat).
3. FALLER G.: A bányászati kockázat számításbavételéről. Bányászati Lapok, **12**, 806—814, 1966.
4. JASKÓ S.: A földtani felépítés és a karsztvíz elterjedésének tapasztalata a Dunántúli Középhegységben. Hidrológiai Közlöny, **4**, 289—297, 1959.
5. KESSERÜ ZS.—ZIMÁNYI J-né: Néhány megjegyzés a karsztvízhozamszámítás továbbfejlesztésének lehetőségéről. BKI Közlemények, **2**, 55—62, 1963.
6. KESSERÜ ZS.: Szakvélemény a tatabányai XV/b aknai külfejtés vízvédelméről. 1955. (Kézirat)
7. KESSERÜ ZS.: Néhány kiegészítő javaslat a vízvédelmi pillérek méretezésével kapcsolatban. BKI Közlemények, **1—2**, 39—45, 1964.
8. KESSERÜ ZS.: Vitaindító gondolatok egyes bányabiztonsági szabályzatok és hatósági feladatok módosításának kérdéséről. 1967. (Kézirat)
9. ÖLLŐS G.: A repedezett kőzetekben fellépő vízmozgás hidraulikai vizsgálata. Építés és Közlekedéstudományi Közlemények, **4**, 537—562, 1961.

10. SCHMIEDER A.: Az aknamező kiterjedésének hatása a karsztvízhozam alakulására. BKI Közlemények, **2**, 45—52, 1963.
11. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A Dunántúli Középhegység karsztvíztérképe. Hidrológiai Közlöny, **28**, 1—4, 1948.
12. TÓTH M.: Hazai szénbányászat optimális termelési alakulásának kialakítására irányuló vizsgálatok eredményei. Bányászati Lapok, **2**, 73—79, 1967.
13. TÓTH M.: A döntéselőkészítő vizsgálatok néhány kérdése a bányászatban. Bányászati Lapok, **7**, 433—437, 1967.
14. VIGH P.—SCHMIEDER A.—DARÁNYI F.: Elméleti és módszertani vizsgálatok a fajlagos védőréteg egzaktabb meghatározásához. BKI Kut. zárójelentés, 1961 (Kézirat).
15. VIGH F.: Vízvédelmi pillérek méretezése. BKI Közlemények, **2**, 91—97, 1963.
16. WILLEMS T.—DALLOS I.: A vízmozgás vizsgálata a dorogi kőszénmedence alaphegységében kémiai nyomjelzéssel. BKI Közlemények, **1**, 67—81, 1962.
17. WILLEMS T.: Karsztos alaphegységű nyersanyagelőfordulások várható vízhozamának számítása. BKI Közlemények, **1**, 25—30, 1963.
18. WILLEMS T.: A Dunántúli Magyar Középhegység vízmérlege és az aktív bányavízvédelem összefüggései. BKI Közlemények, **2**, 45—84, 1963.
19. WILLEMS T.—GERBER P.—SZABÓ N.—MIKE K.: A karsztvízbetörések és a hegységszerkezet összefüggései. BKI Közlemények, **1**, 43—63, 1963.
20. ZAMBÓ J.: A vízvédelmi pillérek méretezéséről. Bányászati Lapok, **5**, 289—293, 1961.
21. ZAMBÓ J.: Bányaművelés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.
22. LÉCZFALVY S.: Az iszkaszentgyörgyi bauxitbánya karsztvízkivételének várható következményei. Bányászati Lapok, **5**, 322—328, 1958.

A GEODÉZIAI MŰSZERVIZSGÁLATOK SZABVÁNYOSÍTÁSÁRÓL

ALPÁR GYULA
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA
és
ORBÁN ALADÁR

A szabványosítás célkitűzései a gyártással és általában a termeléssel kapcsolatban jól ismertek, és jól szervezett kooperáció ezek megvalósítása nélkül el sem képzelhető. Egyre több probléma vetődik fel azonban a szabványosítás eredményeiként jelentkező adatok (méretek, mennyiségi összetételek stb.) ellenőrzése terén. Ez vezetett el bennünket már évekkel ezelőtt a geodéziai műszervizsgálatok szabványosításának gondolatához. A MTA Geodéziai Kutató Laboratórium — ha szerény körülmények között is — már két éve végez kutató munkát ezen a területen [1], amelynek eredményeként több új vizsgálati módszert dolgoztunk ki. A felvetett problémákat ezekkel azonban korántsem tekintjük megoldottnak, mert éppen vizsgálataink alapján látjuk jól a még fennálló nehézségeket.

Felületes szemlélő talán úgy látja, hogy a műszervizsgálatok problémái egyszerűek, mert a geodéziával foglalkozó kezdő kutatók nagyon sok esetben egy-egy műszervizsgálatról írják első tanulmányaikat. Meg kell azonban mondanunk, hogy ezen a téren még nagyon sok tisztázandó kérdés áll fenn és szabványosításhoz is felhasználható, egységes alapokra támaszkodó műszervizsgálati eljárások ma még alig tapasztalhatók. Ezért a következőkben a műszervizsgálatokat olyan kritika alá vesszük, hogy ennek alapján tiszta képet kapjunk a fennálló problémákról, azok megoldási lehetőségeiről és a szabványosítás során megoldandó feladatokról.

Elsőként a műszervizsgálatok pontos célkitűzéseit vizsgáljuk. A legtöbb vitatott probléma erre az alapkérdésre vezethető vissza.

Az eddigi gyakorlatban a műszervizsgálatokat két szempontból végeztük. Vizsgáltuk műszereink igazítottsági állapotát, függetlenül attól, hogy a műszergyárak is végeznek ilyen vizsgálatokat. (A műszerek ui. elveszthetik igazítottságukat.) Minden további vizsgálat alapjául ezek szolgálnak. Új műszermegoldásokkal kapcsolatban, pl. automatikus szintezőműszereknél, az automatikus magassági indexszel ellátott teodolitoknál, ill. tahimétereknél e vizsgálatok módszerei sok esetben még nem tisztázottak, vagy legalább általánosan nem ismertek.

Nehezebb pontosan megfogalmazni akkor vizsgálatok célkitűzéseit, amikor egy geodéziai műszer teljesítményadatait kell meghatározni. Ha ugyan-

is azt kérdezzük, hogy mi lesz a meghatározandó teljesítményadatok további felhasználása, kiviláglik, hogy itt egy egész sor, még megoldatlan problémával állunk szemben. A felhasználástól függ pl., hogy melyek legyenek a meghatározandó teljesítményadatok. Ettől függetlenül azonban be kell vallanunk, hogy a szóban forgó teljesítményadatok további felhasználását illetően kevés elfogadható támpont áll rendelkezésünkre, és nézetünk szerint ez a kritikus pontja a műszervizsgálatok szabványosítási problémáinak. A szóban forgó teljesítményadatok köztudomásúlag nagyon sok, a műszertől független és nehezen ellenőrizhető tényezőnek függvényei. Ezért még jól szabványosított műszervizsgálatok esetén sem tekinthetjük az ily módon meghatározott teljesítményadatokat méréseink tervezéseinél vagy geodéziai munkanormák megállapításánál megbízható alapoknak mindaddig, amíg az említett tényezők és a teljesítményadatok közötti összefüggéseket megfelelő pontossággal nem tisztáztuk. Ez a probléma nem kerülhető meg nézetünk szerint még olyan módon sem, hogy azonos körülmények között végzett összehasonlító mérésekből relatív teljesítményadatokat határozunk meg, amelyek adott esetben pl. egy jól ismert és jól bevált műszertípusra vonatkoznak. Még élesebben vetődik fel ez a probléma akkor, ha a meghatározandó teljesítményadatokat egy adott műszer elbírálására vagy a geodéziai műszerek tervezett kategorizálásával kapcsolatban egy adott kategóriába való besorolás alapjául kívánjuk felhasználni [2]. Az ilyen célkitűzésű műszervizsgálatoknál ugyanis indokolatlanul rossz véleményt mondhatunk egy egyébként nagyon gazdaságosan alkalmazható műszerről, ha csupán a szokásos pontossági adatok figyelembevételével hozunk döntést; a kezelés gyorsaságára, a feledékenységi hibák elkerülhetőségére, a kezeléshez szükséges szakképzettség mértékére stb. vonatkozó adatokat pedig figyelmen kívül hagyjuk. Fontos tehát, hogy megállapodjunk a figyelembe veendő teljesítményadatokat illetően is, és az ezekre vonatkozó vizsgálatokat szabványosítsuk.

Ha tehát elfogadjuk, hogy a geodéziai műszerek teljesítményadatainak meghatározására végzendő vizsgálatok célkitűzése elsősorban az, hogy a műszerek kategorizálásához és a geodéziai mérések, ill. normák tervezéséhez szükséges adatokat meghatározzuk, akkor bonyolult problémakörrel állunk szemben. Ennek főbb szempontjait eddigi vizsgálataink alapján a következőkben foglaljuk össze.

A geodéziai műszergyárak műszereiket a szokásos paramétereken (távcső-nagyítás, szabad objektív-átmérő, legkisebb körleolvasási érték, libellaállandók stb.) kívül az elvégzendő mérések pontossága tekintetében rendszerint csak egyetlen adattal szokták jellemezni. Általában a teodolitoknál a szög- vagy iránymérési pontosságot, tahimétereknél az előbbiek mellett még a távolság- és magasság-különbség-mérés pontosságát 100 m-re vonatkoztatva, szintezőműszereknél pedig az oda-vissza szintezés kilométeres középhibáját szokás megadni. Kár, hogy az eddigi műszervizsgálatok nagy többsége sem törekedett

ennél többre [3, 4], és a műszerek pontosságát csupán a fenti adatokkal jellemezték. Könnyen belátható azonban, hogy a fenti pontossági adatok oly sok körülmény függvényei, hogy gyakorlati méréseinknél akár több száz százalékos változásaikat is várhatunk.

Az alábbiakban rámutatunk azokra a főbb hibaforrásokra, amelyek a szóban forgó pontossági adatokat befolyásolhatják. Általában különbséget teszünk belső és külső hibaforrások között aszerint, hogy azok a műszer szerkezetétől függőek, vagy függetlenek. Ezt a felosztást azonban nem tekintjük szigorúan érvényesnek, mert tárgyalnunk kell olyan hibaforrásokat is, amelyek hovasorolása csak önkényesen oldható meg.

Teodolitok esetében vizsgáljuk meg először az irányzási hiba forrásait. Itt általában két komponenst: a távcsővel való irányzás hibáját és a körleolvasási hibát szokták megkülönböztetni. Ezek azonban még egyenként is sok más tényező hatása alatt állnak.

A távcsővel való irányzás pontossága pl. nem jellemezhető egyetlen adattal, mint ahogy ez még ma is többnyire elfogadott. Ha csak a távcső optikai adatai alapján számítanánk egy a priori irányzási hibát, akkor is figyelembe kell vennünk, hogy az még függvénye a megvilágítás erősségének (ezzel függ össze a távcsövek szürkületi teljesítményének vizsgálata), a kontrasztátvitel jóságának és nem utolsó sorban a megirányzott jel alakjának, ill. ezzel kapcsolatban a szálkereszt-alakjának. A gyakorlat számára már egymagában a megirányzott jelek alakjának különbözősége is lehetetlenné teszi, hogy egyetlen adattal jellemezzük egy távcső irányzási pontosságát. Köztudomású ugyanis, hogy pl. jeltárcsára pontosabban lehet irányozni, mint kitűzőrúdra, és általában a megirányzott jel alakja és megvilágítása, az irányzási távolság, a szálkereszt alakja és az irányzási hiba között számszerűleg is értékelhető kapcsolat áll fenn. Mindehhez hozzá kell vennünk a környező levegő optikai tulajdonságainak idő és hiány szerinti változásaiból eredő hibákat (légrezgés, refrakció stb.) is, és nem szabad figyelmen kívül hagynunk azt sem, hogy az irányzás művelete végső fokon egy megfigyelő személyhez kötött pszichológiai folyamat (szimmetria becslés), amely ma még nehezen ellenőrizhető hibaforrások eredője.

A körleolvasás hibája a leolvasó berendezés optikai teljesítőképességén túl ugyancsak függvénye a megvilágítás legkedvezőbb beállításának (ezért javasoltuk már évekkel ezelőtt, hogy felsőrendű teodolitok körleolvasásának megvilágítását csak mesterséges fényforrással oldják meg), a leolvasó berendezés esetleges mechanikai hibáinak (mikrométer holtjátéka), a körosztáshibáknak és a leolvasó berendezés típusától függően a körosztásvonások egyeztetésénél, középreállításnál, ill. helyzetük becslésénél (tizedbecslés) jelentkező pszichológiai jellegű hibáknak, valamint a mikrométer-skála osztáshibáinak.

Adott esetben számottevőek lehetnek az iránymérés pontosságát befolyásoló egyéb műszerhibák is. Ha ugyanis a fenti feltevésnek megfelelően az irányzási pontosság laboratóriumban való meghatározásánál — tehát laboratóriumi

körülmények között ellenőrzött külső viszonyok mellett — csupán az említett két külön is meghatározható hibaforrás, tehát a távcsővel való irányzás (μ_t és a körleolvasás μ_e középhibáját vesszük figyelembe, és feltételezzük azt is, hogy ezek a hibák normális (GAUSS) eloszlásúak, úgy abban az elég gyakori esetben, amikor egy iránymérés megfelelő nagyszámú mérésből közvetlenül meghatározható μ_i középhibája nagyobb a komponensekből számítható értéknél, azaz:

$$\mu_i^2 > \mu_t^2 + \mu_e^2$$

további hibaforrások jelenlétét kell feltételeznünk. Könnyű belátni, hogy különösen a kötő- és paránycsavarok esetleges mechanikai hibái (holtjáték, utánmozgás) hatnak ki közvetlenül az irányzás pontosságára, de hibák származhatnak a tengelyek, a talpcsavarok, a libellák és nem utolsósorban a műszerállvány fogyatékosságaiból is.

Különösen fontos, hogy főként éppen a fent említett mechanikai jellegű hibák esetleges hőmérsékletfüggősége miatt megvizsgáljuk a műszerek hőmérsékleti stabilitását is. Itt nem az iránymérési pontosság egyoldalú drasztikus hőhatások melletti vizsgálatára gondolunk, hanem a megkívánt hőmérsékleti tartományban a gyakorlati méréseknél fellépő átlagos hőmérsékleteloszlás melletti vizsgálatokra. Ilyen természetű hibák gyakran jelentkeznek egyoldali leolvasóberendezésű, valamint a tükrös távcsővel felszerelt teodolitoknál.

Az iránymérési középhibából a szögmérési középhiba elméletileg levezethető. Mégis sok esetben úgy találhatjuk, hogy a közvetlenül is meghatározható μ_{sz} szögmérési középhiba nagyobb, mint $\mu_i\sqrt{2}$ és ilyenkor ugyancsak további hibaforrásokat kell feltételeznünk. Ezek közül leggyakoribbak a műszerfelállítás (ill. jel-elhelyezés) kisebb excentricitási hibái, amelyek azonban laboratóriumi vizsgálatoknál kollimátorok alkalmazásával kiküszöbölhetők. Figyelembe kell vennünk különösen felsőrendű teodolitok esetében a szögmérés hibaforrásai között a körosztások és a mikrométerskála osztásaink hibáit is, az ismétlő tengelyrendszerek excentricitási hibáit és általában az adott műszertípus speciális felépítéséből eredő esetleges további hibákat.

A fenti vázlatos felsorolásból is látható, hogy a teodolitok iránymérési, ill. szögmérési pontossága nagyon sok belső és külső hibaforrás függvénye. A külső, műszertől független hibaforrások ugyan laboratóriumi vizsgálatoknál nagy mértékben kikapcsolhatók, de ilyen módon csak laboratóriumi körülményekre vonatkozó jellemző adatokat kaphatunk.

Tahiméterek esetében az iránymérési, ill. szögmérési pontosság hibaelemei a teodolitokéval egyezőek. Pluszként jelentkeznek itt az optikai távolság- és magasságkülönbség-mérő berendezések hibaelemei. A különböző megoldások széles skálája ellenére ez a probléma is leegyszerűsíthető a távmérő szög (disztimométeres szög), ill. a magasságkülönbségmérő szögek pontosságának vizsgálatára [5]. Ez esetben ugyan néhány kivételtől eltekintve (pl. bázisléc) a szóban forgó szögeket nem mérjük, hanem az adott szögértékhez tartozó lécle-

olvasásokat végzünk, de ezek hibái mindig átszámíthatók szögértékre, és ilyen módon a távolságtól *elvileg* független pontossági mérőszámokat kaphatunk. A kialakult gyakorlat szerint azonban a különböző optikai távolság-, ill. magasságkülönbség-mérő berendezések pontossági adatait szinte megegyezésszerűen 100 m-es távolságra szokás vonatkoztatni, éppen azért, mert ezek az adatok még szögértékben kifejezve is többé-kevésbé távolságfüggőek. Ami e szögértékek hibaforrásait illeti, a különböző konstrukcióktól függően ezeknek sok variációja lehetséges, de itt is különbséget tehetünk a műszertől függő belső és az egyéb okokra visszavezethető külső hibaelemek között.Az állandó vagy adott függvény szerint változó dissztimométeres szögeknél az eddigiek mellett számot tevő hibaforrás még ezeknek a szögeknek a szabályos hibája, amelynek hőmérséklet-függőségét is meg kell vizsgálni. A külső hibaforrások közül az eddigiek mellett külön kiemeljük itt a változó körülmények között végzett lécleolvasásoknál jelentkező tizedbecslést, amelynek a megfigyelő személyéhez kötött jellege is van.

A szintezőműszerekre jellemző kilométeres középhiba ugyancsak sok, nagyrészt a műszertől független hibaelemből tevődik össze. Szigorúan véve ezt a pontossági adatot is csak további lényeges adatokkal együtt volna szabad a műszer pontosságára jellemzőnek elfogadni. Amint a szakirodalomban található néhány részletesebb vizsgálatból is kitűnik, a kilométeres középhiba függvénye a léctávolságnak, a lécosztás egységének és annak is, hogy a lécleolvasásokat mikrométerrel végeztük, vagy sem. Ezek nélkül az adatok nélkül a kilométeres középhiba nem is jellemző és egyértelmű.

A szintezőműszerrel végzett egyszeri lécleolvasás középhibáját analizálva egy lécleolvasás μ_e középhiba elvileg a távcsővel végzett lécleolvasás μ_t és a szintezőlibella beállításának, ill. a kompenzátor beállásának μ_b középhibájából — a középhibák normális eloszlásához való tartozását feltételezve — mint komponensekből kiszámítható. Ha azonban egy adott vizsgálatnál megfelelő számú mérés alapján úgy találjuk, hogy a közvetlenül is meghatározható teljes lécleolvasási hiba nagyobb a külön is mérhető komponensekből számítottnál, tehát:

$$\mu_e^2 > \mu_t^2 + \mu_b^2 ,$$

akkor itt is további hibaforrásokat kell keresnünk. Legutóbb laboratóriumunkban az e téren végzett részletes vizsgálatok során kísérletileg is kimutattuk, hogy a szintezőműszerek mechanikai eredetű hibái különösen a felsőrendű szintezőműszereknél számottevőek lehetnek [6]. Itt elsősorban a fekvőtengely a szintezőcsavar, a libellafoglalás, az állótengely, a képállítólencse-vezetés, továbbá itt is a talpcsavarok és a műszerállvány hibáit említjük meg. A konstrukciótól függően azonban további hibaforrások is szóba jöhetnek, mint pl. az optikai mikrométer hibái és a kompenzátoros szintező műszereknél a kompenzátorok speciális hibái. Itt jegyezzük meg, hogy a kompenzátoros szintezőműsze-

reknél tapasztalat szerint az előbb felsorolt mechanikai eredetű hibaforrások nagyobb része nem befolyásolja a mérés pontosságát, ezzel szemben (különösen nagyobb pontossági igényű méréseknél) a kompenzátorok működési hibái jelentősen éreztetik hatásukat. Számottevő különbség mutatkozik a libellás és kompenzátoros szintező-műszerek között a hőmérséklet változásával kapcsolatos hibaforrások tekintetében. Míg a libellás szintezőműszereknél a hőmérséklet változása többféle módon is érezteti hatását, addig a kompenzátoros szintezőműszerek általában nagyon kedvező hőmérsékleti stabilitást mutatnak. A hőmérsékleti vizsgálatok tehát különösen libellás szintezőműszereknél elengedhetetlenek.

A teljes lécleolvasási középhiba ismeretében az egy szintkülönbség-mérés μ_Δ középhibája a

$$\mu_\Delta = \mu_e \sqrt{2}$$

összefüggéssel számítható. Ha a közvetlen mérésekből meghatározott μ_Δ nagyobb, mint a komponensekből számítható érték, akkor meg további — elsősorban a műszer, ill. a lécek mérés közbeni süllyedéséből eredő — hibaforrásokat kell feltételeznünk. Ilyen gondolatmenet alapján számítható egy a priori km-es középhiba is [7], és ha ez nem egyezik a terepmérésekből számított km-es középhibával, akkor már a szintezés valamennyi számbavehető hibaforrását kell megvizsgálnunk (refrakció, léchibák, a segédmunkások figyelmetlensége stb.).

Az eddig tárgyaltak csupán a műszerek pontosságára jellemző adatok vizsgálatára vonatkoznak. Így azonban nem kapunk még képet a műszerek kezelésének gyorsaságáról és kényelméről, a kezeléshez szükséges előképzettség mértékéről és nem utolsósorban arról, hogy terepi viszonyok között milyen stabilan tartja igazítottságát a műszer, ill. az esetenként szükségessé váló igazítások milyen egyszerűen végezhetők el. Ugyancsak nagyon fontosak — bár nem nevezhetők teljesítmény adatoknak — a műszerek beszerzésével, használatával és különböző mérési feladatokhoz való alkalmazásával kapcsolatos gazdaságossági jellemzők is. A vonatkozó nemzetközi szakirodalom tanulmányozása alapján nyugodtan állíthatjuk, hogy pl. olyan alapvető kérdésekben sem alakult ki még egységes és megalapozott álláspont, hogy az összes, geodéziai műszerekkel megoldandó mérési feladatokhoz kevés alaptípust gyártsanak-e, amelyek célszerű kiegészítő berendezésekkel minden mérési feladat elvégzését lehetővé teszik, vagy inkább több műszertípussal oldják meg ezt a kérdést. Nem lehet vitás, hogy ennek a problémának is komoly gazdasági kihatásai vannak, ugyanakkor a nagy műszergyárak között mindkét elvnek van képviselője.

Az itt felsorolt problémák műszervizsgálatokkal való eldöntésére történtek — többek között részünkről is — kísérletek, de az ilyen vizsgálatok szempontjai többnyire annyira különbözőek, hogy a megoldáshoz szükséges vizsgálatok véleményünk szerint túlnőnek a műszervizsgálatok problémakörén.

Külön ki kell térnünk a teljesítményadatok alapjául szolgáló, vagy azokat közvetlenül megtestesítő középhibákra és ezek számítására. Sok olyan gyakorlati észrevétel hangzott el az utóbbi időben, hogy a négyzetes középhibák nem jellemzik egyértelműen a mérések pontosságát. Saját vizsgálatainknál is többször tapasztaltuk, hogy a legegyszerűbb esetekben, tehát közvetlen megfigyelésekből számított középhibáknál nem teljesültek pl. a klasszikus hibaterjedési törvények: adott esetekben a komponensekből számított a priori középhiba nagyobb lett, mint a közvetlen megfigyelésekből számított megfelelő középhiba. Más esetekben a középhibák a tapasztalatokkal ellenkezően túl kicsik lettek. Természetesen senki előtt nem vitás, hogy a középhibák csak akkor követik a hibaelmélet, a hibaterjedés és kiegyenlítőszámítás klasszikus szabályait, ha a mérési hibák normális (GAUSS-) eloszlásúak. Még ez esetben is számolnunk kell — elméletileg is — a középhibának a mérések számától függő bizonytalanságával, mint a középhiba középhibájával.

A műszervizsgálatoknál fontos szerepet játszik még — sok esetben éppen mint teljesítményadat — a várható legnagyobb hiba. Ennek a középhiba háromszorosában való megadása ugyancsak normális eloszlást tételez fel, és itt is számításba kell még vennünk ezen adat bizonytalanságát. Az olyan új hibafogalmak bevezetése, mint a giroteodolitokkal kapcsolatban újabban elterjedt reprodukáló képesség, még csak növeli az e téren fennálló zavart, bár a gyakorlat számára megbízhatóbb pontossági adatok megadására való törekvés érthető, sőt szükséges is. A problémakörre vonatkozó valószínűségszámítási munkák rendszerint eleve valamilyen hibaeloszlás-típust feltételeznek. Ezért elengedhetetlennek tartjuk, hogy a műszervizsgálatokkal kapcsolatban a mérési eloszlását is megvizsgálják [8], mert csak ilyen ellenőrzött körülmények között számított középhibákra lehet alapozni pl. a műszerek pontossági kategóriába való sorolását. A laboratóriumunkban folyó műszervizsgálatoknál a mérési eredmények eloszlását egyszerű normálteszt segítségével ellenőrizzük, és a mérések számától függő megengedett eltéréseknél nagyobb kiütések esetén ezek okainak feltárására részletes vizsgálatokat végzünk. Csak az ilyen egységes elvek alapján számított jellemző hibaértéket tartjuk összehasonlításokra alkalmasnak. A normális eloszlás karakterét a megengedettnél jobban befolyásoló szabályos jellegű hibaforrásokat és hatásukat pedig nézetünk szerint mindig külön részletes vizsgálatokkal kell feltárni, mert az ún. középteljes hibák visszásságok hoz vezetnek, és további következtetések levonására fel nem használhatók.

Az eddig elmondottakban igyekeztünk vázlatos összefoglalót adni a műszervizsgálatok problémáiról. Az e téren végzett kutatásaink alapján azonban már most is van mód arra, hogy a műszervizsgálatok szabványosításához hozzájáruljunk. Ma ugyan még sok kérdésre nem tudunk végleges választ adni, de jól ismerjük már a szükséges kutatási irányokat, amelyeket az alábbiakban röviden ismertetünk.

Egyelőre csak a teljesítményadatokra szorítkozva megállapíthatjuk, hogy pontossági adatokat szigorúan ellenőrzött viszonyok között csak laboratóriumi mérésekből határozhatunk meg. Ezeknek a laboratóriumi méréseknek azonban mégis olyanoknak kell lenniök, hogy ezeknél mindazon belső hibaforrások, amelyek a terepen végzett méréseket is terhelik, szerephez jussanak, ugyanakkor viszont a külső hibaforrások laboratóriumi viszonyok között állandósíthatók legyenek. Ezeknek a feltételeknek a megvalósításához szabványosítandó vizsgálóberendezések kellenek. Ilyen berendezések tervezése laboratóriumunkban már folyamatban van, és ezek segítségével lehetővé válik, hogy a változó refrakciós, megvilágítási stb. viszonyoktól függetlenül, de egyébként mégis a terepi körülményekhez hasonlóan határozhassuk meg a szóban forgó pontossági adatokat. Továbbra is fenntartjuk azonban véleményünket, hogy ezek a pontossági adatok csak pontosan meghatározott feltételek teljesítése mellett lesznek összehasonlíthatók. Ezért javasoljuk, hogy a teodolitok és tahiméterek iránymérési, ill. szögmérési pontosságát az alkalmazási területüktől függően meghatározott távolságban látszó, meghatározott alakú jelre vonatkoztassák. Így pl. felsőrendű teodolitoknál olyan jelre, amely a 30 km távolságból látszó szabványosított gúlafőjelnek felel meg — természetesen mindig a laboratóriumban pontosan beállítható egységes megvilágítási stb. viszonyok mellett. Az úgynevezett mérnökteodolitoknál és tahiméteknél 200 m távolságban látszó kitűzőrúdra vonatkozhatnának az iránymérési középhibák. Szintezőműszereknél — vonalszintezés esetében — a léctávolság és a léckép pontos megjelölése mellett az általunk a priorinak nevezett, tehát a lécleolvasási hibákból meghatározott kilométeres középhibát tartjuk jellemzőnek. Ebben ugyanis csak a műszer belső pontosságát befolyásoló hibaforrások szerepelnek, a változó mértékben jelentkező és a műszer pontosságára nem jellemző külső hibaforrások hatása pedig elmarad. Az erre vonatkozó kísérleti méréseink során bebizonyosodott, hogy gondos szintezéssel az a priori kilométeres középhiba elérhető, és így ez a műszer belső pontosságára jellemző érték.

A pontossági adatok ilyen módon való meghatározása már lehetővé teszi a műszerek összehasonlítását és pontossági kategóriákba sorolását. Ha a vizsgálandó műszerek finommechanikai konstrukciója jó, azaz a mechanikai jellegű hibák észrevehető szabályos hibaforrásként nem jelentkeznek, akkor a jellemző pontossági adatokat a fentiek szerint aránylag kevés és egyszerűen elvégezhető vizsgálatokból határozhatjuk meg. Ha viszont a fő hibaforrások mellett — a már tárgyaltak szerint — még továbbiakat is fel kell tételeznünk, ami különösen a felsőrendű műszereknél gyakori eset, akkor még további speciális vizsgálatokra is szükség van. Ezek leírása itt messzire vezetne, és több hibaforrás szabatos vizsgálati módszere még ki sincs dolgozva. Laboratóriumunkban ez irányban is végzünk kutatásokat, és új, szabatos vizsgálati módszereink közül megemlítjük az állótengelyingadozásra [9, 10] és a tahiméterek redukáló diagramjainak, ill. egyéb redukáló berendezésének vizsgálatára szolgáló eljárásunkat [5].

A laboratóriumi vizsgálatok itt javasolt módszerei tovább is fejleszthetők oly irányban, hogy a pontossági adatokat különböző, de mérhető módon beállított külső viszonyok mellett határozzuk meg. Az ilyen vizsgálatokhoz tervezett laboratóriumi berendezéseket optikai szimulátoroknak nevezzük, és segítségükkel különböző megvilágítási viszonyok, a köd szimulálására különböző kontraszt-viszonyok stb. mérhető módon való előállítását kívánjuk megvalósítani. Így az ismert külső hibaforrások hatása is külön-külön meghatározható lesz, és végső soron konkrét terepmérések a priori teljesítményadatai is számíthatók. A műszervizsgálatok javasolt laboratóriumi megoldása melletti megfelelő klímaberendezések beállításával az előírt klímaviszonyokra érvényes teljesítményadatok is ellenőrzött körülmények között határozhatók meg anélkül, hogy a vizsgálatok költségigénye túlságosan megnövekedne. Egy aránylag kis terjedelmű műszervizsgáló laboratórium klimatizálása ma már megoldott problémának tekinthető, és a nagyobb műszergyárak, egyelőre csak a műszerek ellenőrzését, már jelenleg is ilyen helyiségekben végzik.

A műszerek kezelésének gyorsaságát és kényelmét, valamint a műszerrel végzett mérések gazdaságosságát stb. jellemző adatok egységes meghatározása nézetünk szerint mindaddig nehézségekbe ütközik, amíg magukat a mérési eljárásokat is egészen az elvégzendő összes műveletig nem egységesítjük. Az ilyen vizsgálatoknál azonban még ezután is sok pszichológiai természetű nehézséggel találkozhatunk. Tapasztalatból tudjuk például, hogy a Wild T2 teodolit nem egységes elhelyezésű kezelőcsavarjait éppúgy meg lehet szokni, mint pl. a MOM teodolitok átgondolt elrendezésű koaxiális kötő- és parányesavarjait. Az is vita tárgyát képezheti, hogy a hirtelen divatossá vált automatikus magassági indexek milyen műszerkategóriákban alkalmazhatók gazdaságosan? A fennálló nehézségektől és a tagadhatatlanul létező előítéletektől függetlenül azonban a műszerek ilyen természetű vizsgálata az általunk javasolt laboratóriumi elrendezés mellett összehasonlításokra alkalmas módon lehetséges, sőt az egyes mérések időszükséglete adott esetben messzemenően ellenőrzött viszonyok között mérhető.

Az eddigiekből bizonyára belátható, hogy a műszervizsgálatok szabványosítása az általunk javasolt laboratóriumi módszerek alkalmazásával a számbavehető hibaforrások messzemenő ellenőrzése mellett megoldható, és ilyen módszerekkel egységes alapokra vonatkozó teljesítményadatok számíthatók. Mindez nem érintené természetesen a már korábban is említett, adott esetben terepen is elvégzendő egyszerűbb műszervizsgálatokat.

IRODALOM

1. Orbán A.: Gondolatok a geodéziai műszerek vizsgálatának szabványosításához. Előadás a Nemzetközi Műszerügyi Tanácskozáson. Budapest, 1964.
2. Рытов А. В.: Стандарты на теодолиты и нивелиры. геодезия и картография, Москва, **3**, 9, 1964.

3. Deutsche Normen DIN 18 723 Geodätische Instrumenten Prüfung Messverfahren V. R. **24**, 18 724, 1961.
4. Fachbereichstandard TGL 3474 Bestimmung des mittleren Fehlers.
5. ALPÁR GY.: MA 4 távcsöves vonalzó diagramkörének vizsgálata. Belső jelentés a MOM számára 1963.
6. ORBÁN A.—ALPÁR GY.: Beszámoló a Ni-Al felsőrendű szintezőműszer vizsgálatáról. Belső jelentés a MOM számára 1961 és 1963.
7. ALPÁR GY.—SOMOGYI J.: A MOM Ni-Bl szintezőműszer teljesítményadataink vizsgálata. Geodézia és Kartográfia **37**, 1960.
8. ALPÁR GY.: A másodpercet közvetlenül leolvasó mikrométerrel felszerelt Te-C2 teodolit vizsgálata. Belső jelentés 1960.
9. ALPÁR GY.—SOMOGYI, J.: Teodolitok állótengelyingadozásának vizsgálata. Geodézia és Kartográfia **2**, 1960.
10. ALPÁR GY.—SOMOGYI J.: Über den Steachsentaumel der geodätischen Instrumente. Allgemeine Vermessungsnachrichten **5**, 1965.

A FÖLDTUDOMÁNYOK NÉHÁNY SAJÁTSÁGA ÉS MAGYARORSZÁGI FEJLESZTÉSÜK SZÜKSÉGES IRÁNYAI

BARTA GYÖRGY

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A földtudományok felhasználják ugyan a matematika, fizika, kémia, biológia és a technikai tudományok eredményeit és módszereit, és ezekkel bizonyos — főleg módszertani területeken — rokon vonásokat mutatnak, ugyanakkor azonban erősen különböznek is ezektől abban, hogy vizsgálatuk tárgyának, a Földnek jelenségei, folyamatai (még) nem befolyásolhatók, nem ismételhetők meg. Ebben a vonatkozásban a csillagászat ágaival mutatnak rokonvonásokat, különböznek azonban azoktól a vizsgálatok közvetlenségében és részletességében.

A mindennapi életben kifejlődött szokványos szemléletet — az atomfizikához, vagy csillagászathoz hasonlóan — a földtudományok területén sem használhatjuk közvetlenül. Új tényezőként számolnunk kell a Földnek igen nagy térbeli és időbeli kiterjedésével és tömegének nagyságával. E téren nehézségeket okoz már a földtest következetes anyagszerű kezelése is. A Földre vonatkozó ismereteinket általában térképszerűen, síkon ábrázoljuk. Ebben azonban eltűnik a háromdimenziós gömbi szerkezet, elvész az anyagi tartalom, és a vizsgálatok — elszakadva a fizikai valóságtól — egy helytelen, rutinszerű absztrakció befolyása alá kerülhetnek.

Nehéz továbbá megbecsülni, hogy a Föld középpontjától a magnetoszféra külső határáig, a magnetopauzáig terjedő tértartomány milyen vonatkozásokban tekinthető energetikailag zárt vagy nyitott rendszernek, milyen és mekkora külső és belső hatások érték és alakították a múltban; milyen energetikai folyamatok mennek végbe jelenleg a belsejében, s azok milyen áttételeken keresztül mennyire alakítják a felszínét.

A rendelkezésre álló végtelennek látszó időtartamok csábítanak arra, hogy egyrészt minden fejlődést és történést a régmúlt időkbe halmozzunk össze, és a Földet jelenleg már egy változatlan, teljesen kialakult testnek tekintsük; másrészt a fennálló erők és a számításba vehető időtartamok hatását túlozva Földünket egy teljesen elkevert anyagú, centrikusan homogén eloszlású gömbnek vegyük, a ténylegesen észlelt inhomogenitásokat pedig csak felületi kivételeknek tartsuk. Ma is gyakori a sztatikus szemlélet, amely minden változást a múltra vetít vissza, nem nézi a Földet jelenleg is változó, fejlődő égitest-

nek, és elhanyagolja a számunkra lassúnak tűnő, de földtörténeti mértékkel mérve jelentős jelenkori folyamatait.

Sok hiba, tévedés és kutatási akadály forrása az egyes tudományterületek éles szétválasztása, a természeti és logikai egységek mesterséges szétbontása. Tudatában kell lennünk, hogy a földtudományok a Föld egészének vagy egy-egy tartományának térbeli inhomogenitását és időbeli változékonyságát vizsgálják különböző szempontból, de ezek a tartományok és jelenségek térben és időben összefüggnek, egymást befolyásolják, egymásra hatást gyakorolnak. Ha valamelyik módszer kétségtelen időbeli változásokat vagy térbeli aszimmetriákat mutat, akkor az azoknak megfelelő folyamatokat és jelenségeket a többi módszer területén is meg kell keresnünk. A felismert összefüggések alapján egységes elgondolást kell felépíteni a jelenségeket összekapcsoló, az egész Földre vonatkozó általános oksági rendszerről.

Ezen elméleti gondolatmenet gyakorlati fontosságát rendszerint nem veszik észre, pedig a tárgyalt vizsgálatok alanya — a Föld — az egész emberiség életének mindmáig egyetlen színtere, összes életlehetőségeinek alapja, a felszínén élő népek településviszonyainak, gazdasági tevékenységének és életformájának szinte döntő meghatározója.

Felmerül tehát a kérdés, *hol húzzuk meg az elmélet és a gyakorlat, vagyis az alap- és alkalmazott-tudomány határát a földtudományok területén.* Ugyanehhez a kérdéshez jutunk a földtudományok különböző ágazataiban a megfigyelések és mérések által felhalmozódott óriási ismeretanyag gyűjtésének és feldolgozásának gazdaságossági vizsgálata során is. Minél általánosabb jelenséget vizsgálunk, annál távolabb kerülünk a közvetlen nyersanyagkutatástól és a kimutatható gazdasági hasznosságtól, ugyanakkor azonban annál több felvilágosítást nyerünk a Föld szerkezetéről, anyagi felépítéséről, folyamatairól és így közvetve az egyes gazdaságilag értékes földtani formációk kialakulásának törvényszerűségeiről.

A tudományos és gazdasági feladatok tehát csak szélsőséges esetekben, mesterségesen választhatók el mereven egymástól. A mégis szükséges határok megvonása és az egyes tudományágak helyes arányainak kialakítása fontos tudománypolitikai kérdés, melyben az Akadémiának illetve szakbizottságainak esetenként állást kell foglalniuk.

Mi a teendőnk egy ilyen nagyon általánosan megfogalmazott feladatrendszer keretében magyar vonatkozásban?

A hazai földtudományi kutatás természetesen nem vállalkozhat arra, hogy minden vagy legalábbis sok földtudományi jelenséget önállóan megoldjon, és azokra helyes, egységes értelmezést adjon. De képes korszerű tudományos szemlélet, módszerek és technika helyes értékelésére, az alkalmasak bevezetésére és az alkalmatlanok elutasítására. Egyes speciális tudományterületeken élvonalba is kerülhet, és az egész emberiség tudományának hasznos fejlesztője, inspirálója lehet.

Feltétlenül megkívánható, hogy Magyarország területén a Föld szerkezeti felépítését, anyagi összetételét és folyamatait minden lehetséges korszerű módszerrel és eszközzel vizsgálja, és ennek alapján világviszonylatban is a legjobban ismerje. Korszerű szinten ismernünk kell pl. a gravitációs, mágneses, elektromos erőtereink térbeli és időbeli sajátságait, hazánk területének földtani felépítését, tektonikáját, geológiai őstörténetét; különböző kőzeteink előfordulási helyeit, fizikai, kémiai, radiológiai tulajdonságait; klímáját, légcirkulációját, sugárzási viszonyait stb.

A közvetlen gyakorlati kutatás a gazdasági élettől általában gyorsan elnyeri a fejlődéséhez szükséges eszközöket. A nagy távlatban dolgozó adatgyűjtő, ismeretszerző és a megfigyeléseket egységes, elméleti keretbe foglaló elvi alapkutatások a napi feladatokat megoldó tudományágak mellett természetszerűleg háttérbe szorulnak. Az Akadémiának a feladata ezeket a tudományrészeket fontosságuknak és eredményességüknek megfelelő mértékben támogatni.

Szükséges a geofizikai és geológiai megismerések közötti összefüggések feltárása és a különböző szemléleti formák egyeztetése. Biztató kezdeményezések történtek ezen a vonalon, de az erőfeszítéseket mindkét tudományág részéről fokozni kell. Az Osztályközlemények alkalmas szerv a tudományterületek határzónáinak és az egyes szakterületeken elért eredményeknek — különösen a szemlélet esetleges változásainak — gyors közvetítésére és az új gondolatok tudományterületek közötti élénk cseréjére. Ez a tevékenység kapcsolatokat építhet ki az egyes tudományágak között, és ennek minden tudományterület hasznát látná. Földtudományi szakembereinknek többletmunkaként vállalniok kell a tudományterületek közötti kapcsolatok tudatos kiépítését és fenntartását, mert csak így maradhat egységes a magyar földtudományi kutatás, és nem esik szét egy sereg speciális szakértő szűkkörű működésére.

E feladat megoldását elősegítheti az egyes tudományterületek (geológia, geodézia, geokémia, geofizika, meteorológia, földrajz, bányászat) törzsfájának elkészítése, amely feltüntetné belső és egymás közötti kapcsolataikat, viszonyukat az alaptudományaikhoz és az egész természettudományhoz. Meg lehetne ebből állapítani a tudományfejlődés jelenlegi helyzetét Magyarországon, a hiányzó vagy élénkítendő kapcsolatokat, vagyis a fejlesztés kívánatos irányait. A felosztást természetesen igen sok szempontból lehet elvégezni, és valószínűleg már a kezdő lépéseknél is nagy nehézségek merülnének fel. Az Osztályközlemények fóruma alkalmas ilyen egységesítő, egyeztető, fejlesztő szervezési vita megindítására.

A tudományok rendszeres, tervszerű csoportosítása és vizsgálata azonban nem egyszerű feladat. Világszerte foglalkoznak vele, de megnyugtató rendszerezésüket és egységes, összefüggő logikai hálózatukat még nem sikerült felállítani (lásd: FARKAS JÁNOS: A tudomány strukturális tagozódásáról, Magyar Tudomány, 1967. április). A nehézségek ismeretében a teljesség igénye nélkül

I. táblázat

Geofizikai kutatások rendszere

A mérés módszere \ A jelenség természete	Időbeli sajátságok	Térbeli sajátságok	Kőzetek fizikai sajátságai
Elektromágneses. vektortér erősség és irány vizsgálata	periódus változások rövid tartamú évszázados tartamú geológiai tartamú háborgás változások jelleg gyakoriság magaslégkör változások magasság ionsűrűség mozgás energia	térképezés világfelmérés orsz. alaphálózatmérés regionális és lok. mérés anomáliák vizsg. hatószámítás anomáliák szétválasztása ható mélységszámítás magaslégkör térbeli felépítése magasság sűrűség szerkezet	remanens mágnesezettség indukált mágnesezettség szuszceptibilitás permeabilitás mérése
Gravitációs vektortér erősség és irány vizsgálata	gravitációs tér nívófelület, földalak időbeli változása rövid tartamú évszázados tartamú geológiai tartamú tömegmozgással kapcsolatos jelenségek forgássebesség, sarkmagasság változása rövid tartamú évszázados tartamú geológiai tartamú	térképezés világfelmérés orsz. alaphálózatmérés regionális és lok. mérés anomáliák vizsg. hatószámítás anomáliák szétválasztása mélységszámítás szűrőelmélet	kőzet sűrűség kőzet porozitás kőzet permeabilitás
Szeizmológia szeizmika	gyakoriság energiaspektrum feszültségfelhalmozódás vizsgálatok	szeizmicitási vizsgálatok gyakorisági térképek rétegződés, mélységtérképek feszültség felhalmozódás föld belsőszerkezet vizsgálatok	kőzet sebesség kőzet szilárdság
Geotermika	hőfluxus időbeli változása, hőenergia vándorlása, halmozódása	hőgradiens térbeli eloszlása hőfluxus térképek	kőzet hővezetés kőzet hőkapacitás
Georadiológia	kőzetkor meghatározások, feldúsulási folyamatok	radiológiai térképezés	kőzetek sugárzó tul. kőzetek sugárzó anyagtartalma

vizsgáljuk meg az összefüggés-kutatás egy lehetőségét a geofizika területén (I. táblázat).

A geofizika a fizika módszereit alkalmazza a földtest jelenségeinek és folyamatainak vizsgálatára. Osszuk fel a geofizikát alkalmazott módszerei alapján elektromágneses, gravitációs, szeizmikus, termikus és radiológai területekre. A vizsgált sajátságokat pedig csoportosítsuk úgy, hogy azok időben és térben folynak le és hordozójuk a Föld anyaga. Ezen az alapon tehát a geofizikát öt—hármas csoportra oszthatjuk. (A nagyon formális felosztásban csak a megfigyelt földfizikai jelenségekre szorítkozunk, és nem tekintjük a műszer- és módszerkutatás nagy területeit.)

A föld elektromágneses terének kutatását tehát három nagy csoportra — az időbeli, térbeli változásoknak és a kőzetek elektromos és mágneses sajátságainak vizsgálatára — osztjuk. A három terület szoros kapcsolatban van egymással. Határaik egymásba folynak, és mindegyiknek megvan a maga vetülete a másik területen. A többi módszertani ágak időbeli, térbeli és kőzetsajátsági csoportjai is hasonlóképpen kapcsolatban állanak egymással.

Már nem ennyire szükségszerű a kapcsolat a különböző módszertani ágak al-ágazatai között. Az elektromágneses és gravitációs tér időbeli és térbeli változásai között létezik bizonyos összefüggés, de már az elektromágneses tér időbeli változása és a kőzetek szeizmikus sebessége, vagy a gravitációs tér időbeli változása és a radiológiai jelenségek térbeli eloszlása között erőltetett volna szoros kapcsolatot keresni. Az összefüggések között tehát különbségek va nnak és azokat szorosságuk szerint csoportosíthatjuk.

15 elem között kétoldalú kapcsolat 105-féleképpen létesíthető (n elem másodosztályú kombinációinak a száma $\frac{n(n-1)}{2}$). Ez a szám még nem túl nagy; szakemberekből álló bizottság — kellő előkészítés után — egyenként foglalkozhat az összefüggések szorosságának megállapításával és rangsorolásával.

Nehezebb már a tudományok közötti összefüggések vizsgálata, mert a másodosztályú kombinációk száma az elemek számával rohamosan nő. Két, egyenként 15 részterületre osztott tudomány minden kapcsolatának a száma pl. 435. Ha vizsgálatainkat több tudomány összefüggéseire is kiterjesztjük, akkor sokezres, esetleg tízezres kapcsolatra számíthatunk. Ezek között nyilvánvaló igen sok erőltetett, alacsonyfokú kapcsolatot is találunk, de az élő kapcsolatok száma még így is sokezerre tehető. Pedig a tudományfelosztásban még nagyon a felszínen maradtunk, és nem vettük tekintetbe az alaptudományokkal való kapcsolatokat sem. Részletesebb bontás esetén vagy több tudományra kiterjedő vizsgálat alkalmával a hasznos kapcsolatok kiválasztása csak elektromos számológépek alkalmazásával végezhető el.

Az ijesztő számok ellenére optimistáknak kell lennünk, mert éppen ez a sokrétűség mutatja a tudományos kutatások végtelen perspektíváját és kimeríthetetlen tartalékait.

A BAUXITFÖLDTAN JELENLEGI ÁLLÁSA A NEMZETKÖZI IRODALOM TÜKRÉBEN*

BÁRDOSSY GYÖRGY

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Bevezető áttekintés

Világszerte rohamosan nő az igény az alumínium után — részben a repülőgépipar fejlődése, részben az alumínium egyre szélesebb körű ipari alkalmazása miatt. A bauxit világtermelése az utóbbi tíz év alatt megkétszereződött: 1956-ban 17 634 000 t; 1966-ban 36 640 000 t volt. Egyre nagyobb anyagi ráfordítással folyik a bauxit nyersanyagkutatása is. Ez a rohamos fejlődés a bauxit tudományos kutatására is serkentőleg hatott.

1963-ban megalakult az ICSOBA (International Commitee of Studies of Bauxites and Aluminium-Oxide-Hydroxides), a bauxittal foglalkozó szakemberek nemzetközi tudományos egyesülete. Az egyesület elősegíti a nemzetközi tudományos együttműködést, 2—4 évenként más-más országban nemzetközi konferenciákat rendez, és 1965 óta önálló folyóiratot jelentet meg („Travaux de ICSOBA", Zagreb). Ebben kizárólag bauxit tárgyú cikkek jelennek meg angol, orosz, francia és német nyelven.

A fejlődés a bauxit tárgyú cikkek számának növekedésén is lemérhető: 1950—63. időszakban 980, 1964-ben 160, 1965-ben 145 és 1966-ban 167 cikk jelent meg. Az 1950—63-ig megjelent cikkek ismertetése és összefoglaló értékelése megtörtént (BÁRDOSSY 1964), a cikkek bibliográfiai jegyzéke pedig az ICSOBA folyóiratában jelent meg (1966). A következők az azóta megjelent cikkekről adnak áttekintést.

Könyvalakban megjelent nagyobb méretű munkák az 1963-as zágrábi bauxit szimpózium előadásainak gyűjteménye 3 kötetben (Zágráb 1964), a legújabb szovjet bauxit-genetikai munkák gyűjteményes kötete („Genezisz bokszitov" 1966, Moszkva), MAIGUIEN (1966) a lateritesedés problémáiról készített átfogó, összefoglaló jellegű monografikus értékelését, PETROV (1967) elsősorban szovjet példákon a felszíni mállás és a bauxitosodás folyamataival foglalkozik.

* A cikkhez tartozó részletes irodalomjegyzék szerkesztőségünkben az érdeklődők számára hozzáférhető.

A bauxitterületek földtani leírása

A bauxitterületek laterit- és karsztbauxitokra való felosztása (VADÁSZ 1951) az utóbbi években egyre általánosabb felhasználást nyert.

a) Karsztbauxitterületek

Új karsztbauxitterületek váltak ismertté a Szovjetunió ázsiai területrészén és Ukrajnában, többségéről kellő részletességű leírásokkal főleg a „Litologia i poleznüje iszkopajemüje" (Moszkva) c. folyóiratban.

Az Egyesült Államok bauxittelepeiről is 1964 óta külön kiadványsorozat készül az U.S. Geological Survey Bulletin keretében (eddig 13 füzet), rendkívül részletes adatszerű dokumentációval (térképek, szelvények, elemzések), de kevés értékeléssel.

ZANS korai halála úgy látszik, erősen visszavetette a Karib térség hatalmas (jelenleg a Föld bauxittermelésének több mint 30%-át adó) karsztbauxitterületeinek tudományos vizsgálatát. Egyetlen cikk jelent meg a jamaicairól (CLARKE 1966), Haiti és a Dominikai Köztársaság bauxitterületeiről pedig egyetlenegy sem.

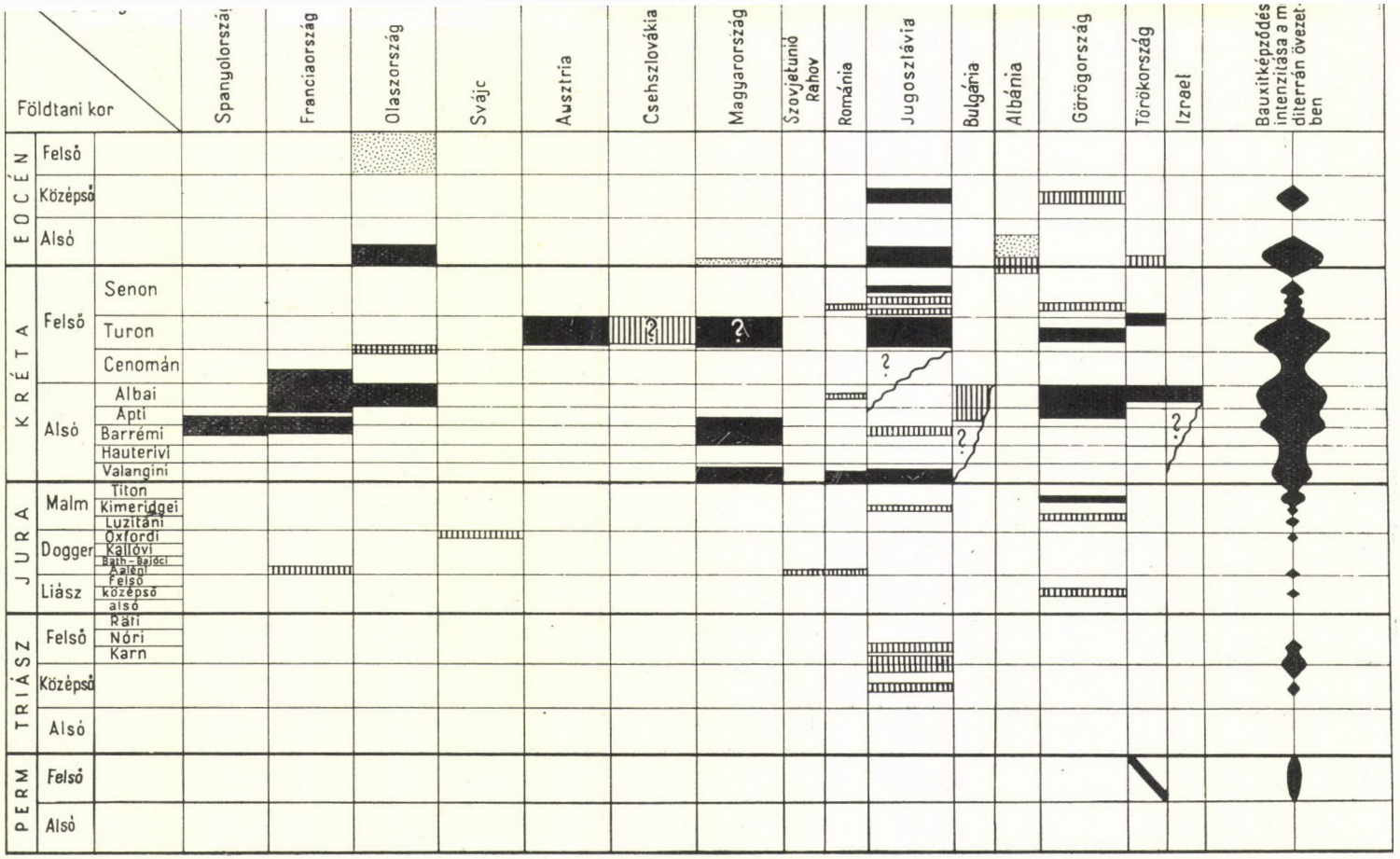
Viszont jelentősen kibővült a mediterrán karsztbauxit területek földtani vizsgálata. Franciaországban három évtizedes szünet után újból az érdeklődés homlokterébe került a bauxit. A Pireneusok területéről COMBES (1965—66—67) Herault és Provence előfordulásairól NICOLAS munkaegyüttese (1965—66—67), VALETON (1965), ROCH és DEICHA (1966) készítettek alapos leírásokat, melyek számos korábbi megállapítást új megvilágításba helyeztek.

A geológusok egész sora foglalkozik a jugoszláv (főleg montenegrói) bauxitterületek földtani leírásával (DRAGOVIĆ 1965—66, LUKOVIĆ 1964, KALEZIĆ 1965, PAVIĆ 1964, PAVLOVIĆ, PROTIĆ 1964, PROTIĆ 1966). A jugoszláv bauxitok rétegtani helyzetét GRUBIĆ értékelte ki (1964). Munkája jelentőségét növeli, hogy a mediterrán bauxitövezeten belül Jugoszláviában található a legtöbb bauxitszint (1. ábra). A Dinaridák területén sokfelé található terrarossa leírásával és vizsgálatával MARIĆ foglalkozott (1964—65—66).

Görögország bauxitterületeiről az utóbbi években kiváló összefoglaló leírások készültek (PAPASTAMATIOU 1964—65—66). A hatalmasan megnőtt görög bauxitkészletekről MACK (1964) készített földtani értékeléssel egybekötött számítást.

Bulgáriában idáig bauxit nem volt ismeretes. A közelmúltban Szófiától nyugatra alsókréta korú bauxittelepeket találtak (KARANOV 1965).

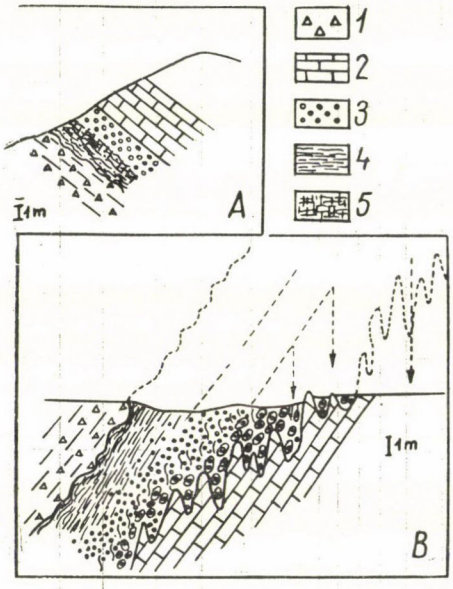
A törökországi bauxitterületek leírása is jelentősen előrehaladt. Fontos a Taurusz hegység D-i részén húzódó felsőperm bauxitszint leírása (WIPPERN 1964—65, DE PEYRONNET 1965—66). Izraelben Maktesh Ramon térségében tűzálló agyaghoz kapcsolódó bauxittelepek váltak ismeretessé (HELLER 1966).



1. ábra. A mediterrán karsztbauxit övezet bauxitszintjeinek földtani kora

Az intenzíven folyó hazai bauxitkutatások is sok új adatot szolgáltattak. Ezek felhasználásával készített BARNABÁS (1966) alapos összefoglaló ismertetést a magyarországi bauxitterületekről.

Mindezekből adódik, hogy a mediterrán övezetben a bauxitképződés a permtől a középső eocénig szinte minden földtani időszakra kiterjedt (1. ábra). Legnagyobb mennyiségben és elterjedésben azonban a krétaidőszak közepén keletkezett bauxit, viszont a karib térség karsztbauxitjai miocén és ennél is fiatalabb korúak.



2. ábra. Karsztosodás a bauxit alatt. Cadarcet—Ariège (Franciaország) 1. jura dolomit 2. urgon mészkő, 3. pizolitos bauxit, 4. leveles bauxitos agyag, 5. foltos bauxit. *A.* eredeti helyzet, *B.* jelenlegi helyzet, átbuktatás után. (COMBES 1965. után)

A telepek formája, felépítése, a bauxitfajták színe, szövete, keménysége igen különböző, de ennek genetikai értelmezése még hiányzik.

Több bauxitterületen a karsztosodás folytatódását bizonyították a bauxitösszlet alatt. (PAPASTAMATIOU 1964, BUSINSZKIJ 1964, CLARK 1965, DUNLAP, BERGQUIST, CRAIG, OVERSTREET 1965, CLARKE 1966). COMBES (1965) a francia Pireneusokban tektonikusan átbuktatott helyzetű bauxittelepben a bauxit és a rétegtani fedő határán észlelt utólagos karsztosodást (2. ábra). A karsztosodást csúszásos, berogyásos mozgásokkal követi a bauxit, puha agyagos és kemény bauxitfajták breccsaszerű, kaotikus együttese jöhet így létre.

A karsztbauxit területek laterális fáciesátmeneteinek vizsgálatával korábban keveset foglalkoztak. Sokak véleménye volt, hogy az utólagos

erózió következtében ezek nem is észlelhetők: tehát a telepek a bauxitterület szélein egyszerűen kimaradnak. Az utóbbi évek vizsgálatai genetikai szempontból figyelemre méltó fácies átmeneteket mutattak ki. A telepek oldalirányban többnyire hematitos-kaolinos agyagba (ÉK Spanyolország — COMBES 1966), ill. vasszegény kaolinos agyagba (Magyarország) mennek át. A tyichvini bauxitterületen dőlésirányban fokozatos átmenet figyelhető meg a bauxitból mocsári szenes agyagba (BUSINSZKIJ 1966). Alabamában a bauxittelepeket tartalmazó homokos-agyagos összlet fokozatosan tengeri fáciesbe megy át: a bauxit kimarad, a kísérő kaolinos agyag montmorillonitossá válik, a keresztrétegzett folyami homokot pedig tengeri homokkő váltja fel (CLARKE 1966). Törökországban a bauxitterület peremén diaszpóros kötőanyagú homokkő, majd távolabb diaszpóros-hematitos kötőanyagú konglomerátum váltja fel a bauxitot (WIPPERN 1965). Törökország DK-i részén, Iszkanderun és Payas térségében a bauxit vasdús bauxitba, majd hematitos vasércbe megy át (PETRASCHEK 1965). Az urali devon bauxitterületen dőlésirányban fokozatos átmenet figyelhető meg a bauxit, valamint a tengeri márga és mészkő között (BUSINSZKIJ 1966).

A legutóbbi években ősföldrajzi beállítottsággal a bauxit és a fedőrétegek kapcsolatának többféle eltérő kifejlődésére mutattak rá. (Pl. fedő összlettől eróziós diszkordanciával elválasztva, kontinentális rétegekhez kapcsolódva, közvetlen tengeri lefedéssel stb.) (BUSINSZKIJ 1966, NICOLAS 1967, COMBES 1967, WARREN, CLARK 1965).

b) Laterit-bauxit területek

A Nemzetközi Geológiai Kongresszus XXII. ülésszakának (Calcutta 1964) egyik kiemelt témája volt a lateritesedés problémaköre. Ezzel kapcsolatosan az indiai geológusok több figyelemre méltó munkát jelentettek meg az indiai lateritekről (CHOWDHURY, ANANDALWAR 1964, CHOWDHURY, VENKATESH, PAUL 1964, CHATTERJEE, PERRAJU, SETH 1964). A kongresszusra a szovjet geológusok „Lateritek" címmel 9 cikket magába foglaló különkiadványt adtak ki (Int. Geol. Cong. Reports of Soviet Geologists. Problem 14. Moszkva 1964). Ebben a Szovjetunió területén található több fosszilis lateritszelvényt ismertetnek. Ezeket a szovjet szakirodalom „mállási kéregnek" (kora vüvetrivanyia) nevezi. India lateritbauxit telepeiről magyar nyelven a közelmúltban BARNABÁS (1966) készített jó áttekintést nyújtó összefoglalást. VALETON (1966) a Gujarat-i lateritek laterális fácieseiről, valamint ezeknek a paleoreliefl fel való kapcsolatáról készített részletes kiértékelést.

A Fülöp-szigetek (ESGUERRA 1964—65, SANTOS—YNIGO 1964—65), Kambodzsa (SAURIN, CARBONNEL 1964), Kalimantán-sziget (SCHELLMANN 1966), Nigéria (DOWLING 1966), Venezuela (ŠINKOVEĆ 1965), Szenegal (TESSIER 1965) lateritszelvényeinek ismertetései is említést érdemelnek.

c) Bauxittelepek rendszerezése, osztályozása

A karsztbauxitok csoportján belül BUSINSZKIJ (1964) mutatott rá két alapvető teleptípus megkülönböztetésének lehetőségére. Ezek:

a) nagy kiterjedésű karsztterület telepei,
b) kontaktusmenti teleptípus.

Az első csoportba a mediterrán és a karib térség bauxittelepei tartoznak. Jellemzőjük, hogy a karsztfelszín mélyedéseit egységes bauxit-agyagos, bauxitbauxitos agyag összlet tölti ki. A másik teleptípusban a karsztfelszín töbreit homok (homokkő), homokos csillámos agyag, illit- montmorillonitos agyag, szenes agyag, lignit, bauxitos agyag tölti ki, és ezek közé települ lencseszerűen a bauxit (3. ábra). (Ural D-i és K-i lejtői, Kazahsztán, az Angara-medence és Közép-Ázsia). Ezek alumoszilikátos alapkőzetek kontaktusának közelében vannak (innen az elnevezés), melyeken a hajdani laterites mállási szelvények maradványai is gyakran megtalálhatók.

A bauxitszelvények összehasonlítása alapján szerintem az Egyesült Államok DK-i részén Alabama, Georgia, Tennessee, Carolina és Virginia államok alsó eocén korú bauxittelepei, továbbá Missouri állam karbonkorú bauxit és „flint-clay" telepei is ebbe a teleptípusba tartoznak (4. ábra).

A BUSINSZKIJ-féle csoportosítás elnevezései nem eléggé találóak, jobban kifejeznék a teleptani jellegeket a

a) tisztán bauxit-agyag felépítésű karsztbauxittelepek,
b) vegyes kőzettani felépítésű karsztbauxittelepek elnevezések.

Az első teleptípusban a települési forma szerint további albeosztás kínálkozik: α) rétegszerű telepek, β) lencsés telepek, γ) töbrös-zsákos telepek.

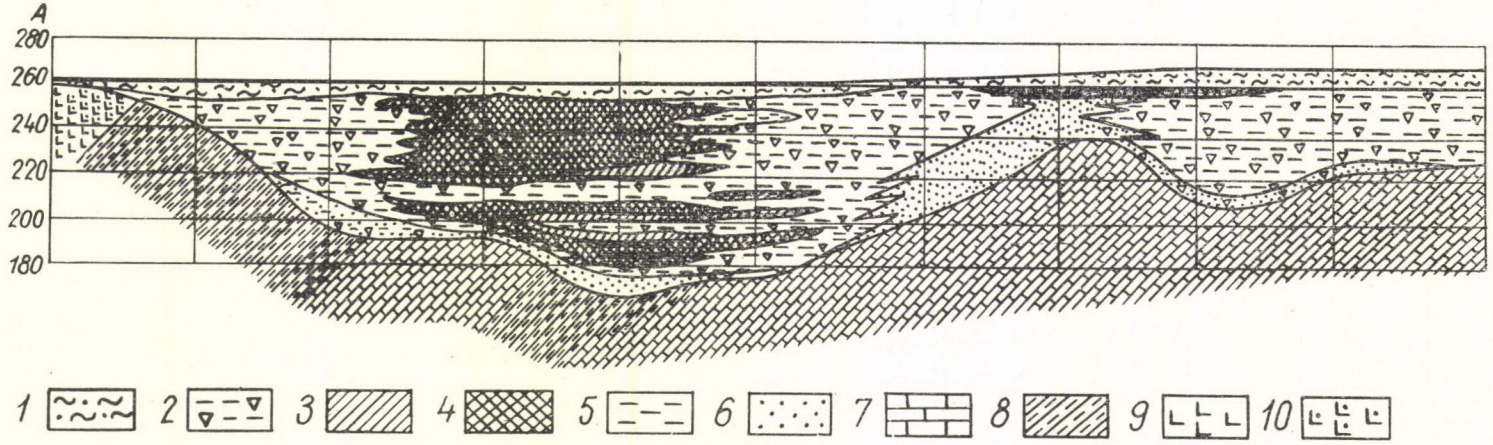
A lateritek rendszerezése terén évtizedek óta folyó vita máig sem hozott végleges megoldást. A közelmúltban VALETON (1967) a következő beosztást dolgozta ki:

I. Helybenmaradt lateritek eruptív és metamorf kőzeteken

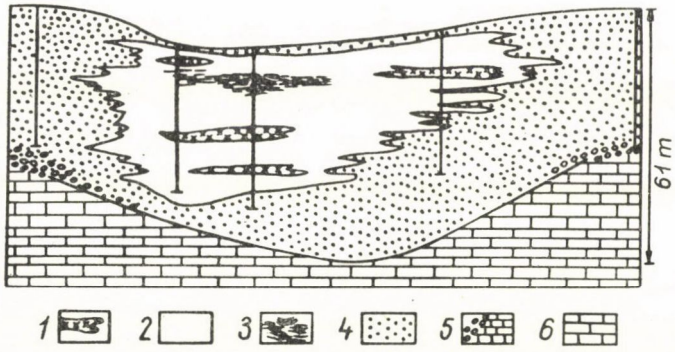
a) függőlegesen jól tagolt „talajvíz-laterit" szelvények,
b) függőlegesen alig tagolt lateritszelvények,
c) lateritoidok (utólag impregnált lateritszelvények),
d) laterites ércek (laterit-bauxit, laterites Fe, Mn, Cr-Ni ércek).

II. Helybenmaradt lateritek agyagos alapkőzeten

A beosztás két fő csoportjának a fekü szerint történő megkülönböztetése helyesnek látszik. Teljesen figyelmen kívül maradt azonban az *áthalmozott lateritek* sokrétű családja. Az első főcsoport albeosztása is több szempontból



3. ábra. Vegyes kőzettani felépítésű karsztbauxit telep. Jeniszej vidék. Szibéria. 1. alluvium, 2. rétegzett tarka agyag, 3. bauxitos agyag és agyagos bauxit, 4. kemény bauxit, 5. kőzetlisztes agyag, 6. változó szemnagyságú homok, 7. proterozóos mészkő, 8. kvarccsillámpala, 9. amfibolit, 10. amfibolit felszíni mállási öve. (BOBROV 1964 után)



4. ábra. Vegyes kőzettani felépítésű karsztbauxit telep. Tennessee. Egyesült Államok. 1. bauxit, 2. kaolinos agyag, 3. kőszenes agyag, lignit, 4. változó szemnagyságú homok, 5. reziduális tűzkőgumók a mészkövön, 6. alsókarbon mészkő. (DUNLAP, BERGQUIST, CRAIG, OVERSTREET 1965 után)

vitatható. A Szovjetunió területén található fosszilis lateritszelvényekről pedig egyáltalában nem vett tudomást a szerző.

Görögországban, Skopelos szigetén olyan sajátos teleptípus vált ismeretessé, amely mintegy átmenetet képez a laterit- és a karsztbauxitok között (PAPASTAMATIOU 1964): karsztosodott liász dolomitra bázisos eruptív kőzetek, tufáik és tufit települnek néhány méter vastagságban. Helyben történt laterites mállásuk eredményeként felső részük többé-kevésbé bauxitosodott. A bauxitban az eredeti kőzetszövet még helyenként felismerhető. Ahol a bauxitosodás egészen a dolomitig hatolt, ott a legkisebb a bauxit kovasavtartalma.

A bauxit anyagvizsgálata

a) Vizsgálati módszerek

E téren az utóbbi években jelentős fejlődés következett be, melyekben leginkább a kvantitatív eredményekre törekvés tükröződik. A bauxit ásványos összetételének meghatározására sikeresen alkalmazzák az ERDEI, PAULIK F. és PAULIK J. által (1955) kidolgozott derivatográfot (KOTSIS 1964). Emellett más gyártmányú termikus készülékeket is általánosan használnak: DTA készülékeket főleg az ásványok azonosítására, termomérlegeket mennyiségi meghatározásokra. A termikus módszerek hátránya, hogy több bauxitásvány nem mutatható ki velük (pl. korund, hematit, rutil), másokat pedig nehéz megkülönböztetni (pl. goethit — gibbsit; böhmit — diaszpor). Ezért egyedül használva legfeljebb 5—10% pontosság érhető el velük.

Az újonnan kidolgozott röntgendiffraktométeres módszer jóval nagyobb pontosságot és a legtöbb ásványra 1% alatti kimutatási határt biztosít (BÁRDOSSY 1966).

CAILLÈRE és POBEGUIN (1965—66) az infravörös abszorpciós spektrográfiát használják ásványtani vizsgálataihoz. A módszer egyes ásványok, valamint izomorf helyettesítések felismerésére igen alkalmas, és nagy előnye, hogy

néhány miligram mintából is készíthető felvétel. Jelenlegi formájában azonban legfeljebb félkvantitatív becslésre alkalmazható.

Kiss (1965) radioaktív ^{110}Ag és ^{60}Co izotópok felhasználásával dolgozott ki módszert a bauxitásványok meghatározására. Megállapította, hogy az allitos ásványok a sziallitoknál nagyobb mérvű ^{110}Ag — ^{60}Co megkötést tanúsítanak. Az ^{110}Ag megkötése nagyobb a gibbsitnél, mint a böhmitnél; a böhmit ^{60}Co megkötése pedig stabilabb, mint a gibbsité. Szerinte etalonok kidolgozásával lehetőség van a bauxit ásványos összetételének izotópokkal történő meghatározására.

A mikroszkópos vizsgálatok módszereiben nem történt érdemleges változás, de egyre több dolgozatban találkozunk színes vékonycsiszolati fényképfelvételekkel.

A bauxit fizikai paramétereinek vizsgálatára ma is viszonylag kevés figyelmet fordítanak. Ivanov, Szvjazsina és Bücskova (1964) a paleomágneses mérési módszert vezették be urali devon bauxitok vizsgálatára. Megállapították, hogy az egyes bauxitfajták eléggé eltérő mágneses szuszceptibilitásúak, és természetes maradék mágnesezettségük is különböző mértékű. Mágnesezettségük iránya viszont azonos, és a devon időszak korábbi paleomágneses pólusmeghatározásaival jó összhangba hozható. A paleomágneses mérések széles körű kiterjesztése szerintünk több ásványtani és bauxitgenetikai probléma megoldását segíthetné elő. Kívánatos lenne a különböző bauxitfajták Eh-jának, keménységének, porozitásának és permeabilitásának rendszeres, műszeres vizsgálata és összehasonlítása. Jamaicai bauxit radioaktivitására vonatkozóan Vincenz (1964) végzett vizsgálatokat.

A bauxit kémiai vizsgálata terén a klasszikus módszerek mellett egyre inkább előtérbe kerültek a pontosabb és gyorsabb műszeres analitikai módszerek. Tatár (1964—65) a neutronaktiválásos módszert alkalmazta a bauxitra; Tertian, Fagot és Jamey (1964) pedig a röntgenspektrálelemzést a bauxit fő elemeire is kiterjesztette.

b) Ásványtani vizsgálatok

Számos előfordulás ásványos felépítése, összetétele vált ismeretessé. Ehhez nyújt segítséget a kémiai elemzések ásványtani összetételre való átszámítását lehetővé tevő, Szádeczky-Kardoss (1966) által kidolgozott eljárás, mely a különböző bauxitfajtákra is alkalmazható. Az ásványtani jellegű munkák közül kiemelkedik Caillère és Pobeguin (1965) dolgozata a franciaországi bauxitok ásványos összetételéről.

A montenegrói bauxitban új bauxitásványt, a *Tućanit*-ot — $2Al(OH)_6 \cdot H_2O$ fedezték fel (Karšulin 1964). A rendszeres ásványtani vizsgálatok olyan ásványokat is kimutattak, melyeket eddig a bauxitokban nem ismertünk. Kiderült, hogy a *sudoit* nevű dioktaederes alumíniumdús kloritásvány a karszt és lateritbauxitokban, ha kis mennyiségben is, de általános elterjedésű.

A *lithioforit*-ot — $Li_2Al_8Mn_2^{2+}Mn_{10}^{4+}O_{35} \cdot 14H_2O$ — magyarországi, görögországi és franciaországi bauxittelepekben főleg a fekü határán levő vasmangándús kéregben sikerült kimutatnunk. SLANSKY, LALLEMAND és MILLOT (1964) egy lateritesedett foszfáttelepben alumíniumdús foszfátásványokat, *crandallit*-ot — $(Al, Fe)_6Ca_2(PO_4)_4(OH)_{10} \cdot 2H_2O$ — és *augélit*-et — $Al_3(PO_4)_4(OH)_{12}$ mutattak ki. Az utóbbi ásványt a közelmúltban görögországi bauxitban is megtaláltuk (BÁRDOSSY 1967). NEMECZ és VARJU (1967) a pilisvörösvári bauxitos agyagtelepben a fekü határán *scarbroit*-ot — $Al_2(CO_3)_3 \cdot 12Al(OH)_3$ — mutattak ki. DUROZOY, HAUTE és JACOB (1966) franciaországi bauxitban *takovit* — $(2Al_2O_35NiO \cdot 9H_2O) \cdot 6H_2O$ — fészkeket találtak. A közelmúltban ezt az ásványt egy görögországi bauxitteleben is kimutattuk, a fekü határán jelentkező türkizkék bekérgezés formájában (BÁRDOSSY 1967).

Olyan ásványokat is kimutattak a bauxitban, melyek eddig csak műtermékként voltak ismeretesek. TERTIAN és munkatársai (1966) montenegrói bauxitban *nordstrandit*-et és *bayerit*-et tartalmazó beágyazásokat találtak.

BENESZLAVSZKIJ (1963), továbbá CAILLÈRE és PEBEGUIN (1966) szerint a bauxitban az alumínium és vashidroxid ásványok kölcsönös izomorf helyettesítésével kell számolni. Az utóbbi szerzők franciaországi bauxitokból vastartalmú diaszport és böhmitet írtak le. A kérdés erősen vitatott. MAUREL (1966) $Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 \cdot H_2O$ rendszerből böhmitet szintetizálva azt találta, hogy legfeljebb néhány tizedszázalék Fe_2O_3 épül be a böhmit rácsba izomorf helyettesítéssel. Ha tehát van is a természetben vastartalmú böhmit, az szükségszerűen metastabilis állapotú. THIELnek (1963) viszont sikerült α FeOOH — αAlOOH rendszerben különböző alumíniumtartalmú goethitet szintetizálni. Az izomorf elegykristályképződés felső határát $Fe_{0,67}Al_{0,33}OOH$ összetételnél észlelte. Guineai laterites vasércben a közelmúltban sikerült ilyen alumíniumtartalmú goethiteket kimutatnunk (BALKAY—BÁRDOSSY 1967). Elméletileg a rendszer másik végpontján, a diaszpornál is fennáll az izomorf vashelyettesítés lehetősége; ennek laboratóriumi bizonyítása azonban még elvégzendő feladat.

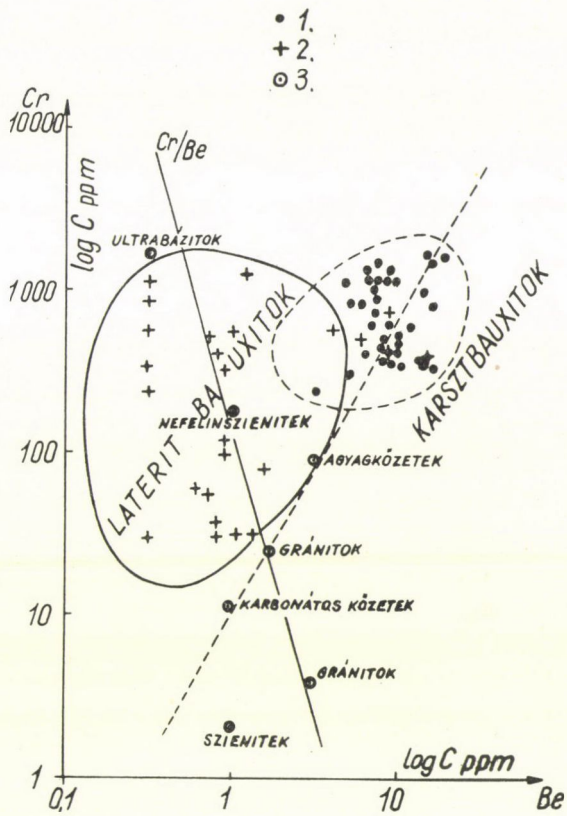
Különböző üledékes kőzetekben bauxitásványok jelenlétét mutatták ki ott is, ahol nyoma sincs lateritesedési vagy bauxitosodási folyamatnak. GROSS és HELLER (1963) izraeli cenomán-eocén üledékes összletben bayeritet találtak. NÁRAY-SZABÓ és PÉTERNÉ (1967) magyarországi negyedkori téglaagyagok legfinomabb frakciójában kevés *bay*eritet észleltek. STEINIKE (1966) a niederlausitzi felső oligocén agyagos-homokos delta üledékekben néhány százalék gibbsitet mutatott ki.

Nagyrészt megoldatlan, hogy milyen tényezők szabják meg a bauxittelepekben megállapított különböző ásványparagenezisek létrejöttét. Korábban főként csak rétegterhelés, továbbá metamorf hő- és nyomáshatással számoltak, az újabb vizsgálatok azonban inkább a p_H, a redoxpotenciál és a felszíni dehidratáció fontosságára mutatnak rá. Ma már bizonyítottnak vehető, hogy

a diaszpor, sőt a korund is létrejöhetnek a bauxitban felszíni viszonyok között, normál nyomáson és hőmérsékleten (GLADKOVSZKIJ, USATINSZKIJ 1964).

c) Geokémiai vizsgálatok

Módszertani tekintetben a MILLOT és BONIFAS (1964) által kidolgozott „méthode isovolumetrique" és a SZTRAHOV által bevezetett (1963) „method

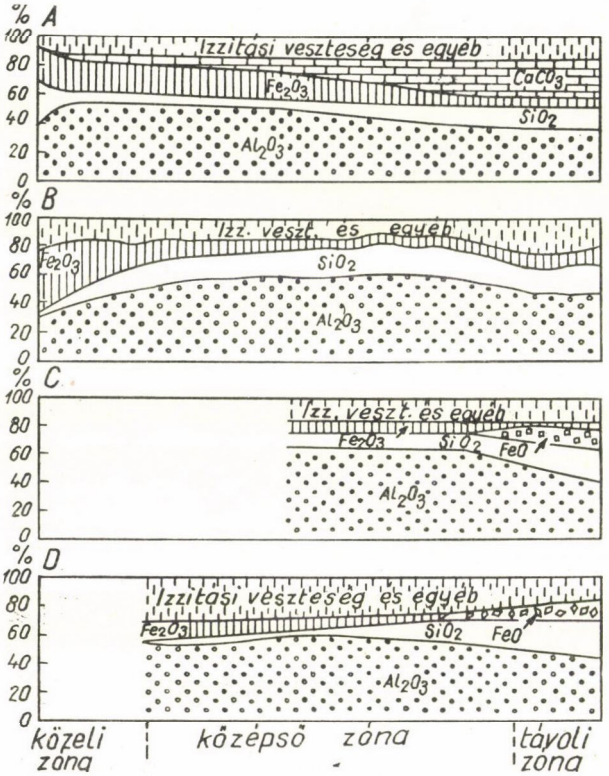


5. ábra. A fő laterit és karsztbauxittípusok Cr/Be koncentrációdiagramja. 1. karsztbauxittelepek, 2. lateritbauxittelepek, 3. kiinduló kőzetek. (SCHROLL, SAUER 1964 után)

abszolutnüh massz" a legfontosabb eredmény. Ennek lényege, hogy a kémiai elemzési adatokat térfogategységekre vonatkoztatott abszolút anyagmennyiségre számolják át.

SCHROLL és SAUER (1964) a főbb karszt- és lateritbauxitok nyomelemösszetételét hasonlították össze. Azt találták, hogy a lateritbauxitokban főleg a Ga, Mo, Nb, Zr, a karsztbauxitokban viszont a B, Be, Co, Cr, Ga, Ni, Sr, V, Y dúsulnak. Jellegzetes különbségek adódtak továbbá, ha a Cr-tartalmat a Be; a Ni-tartalmat a B függvényében ábrázolták (5. ábra). Értékelésük azonban sajnos csak 130 vegyelemzésre épül.

WOLFEDEN (1965) sarawaki lateritszelvényeken megállapította, hogy egyedül a Ga, Zr és a Cr dúsul (az utóbbi ellentmondásban van SCHROLLal) a bauxitban, a V változatlan, a Ni, Co, P, Mn, Sr, Y mennyisége pedig csökken. A mocsári rétegekkel lefedett szelvényekben méginkább megnőtt a Ga, csökkent a Co, Ni, V, P, Mn-tartalom. Lecsökkent Eh-ju talajvizek hatásával magyarázza a változásokat.



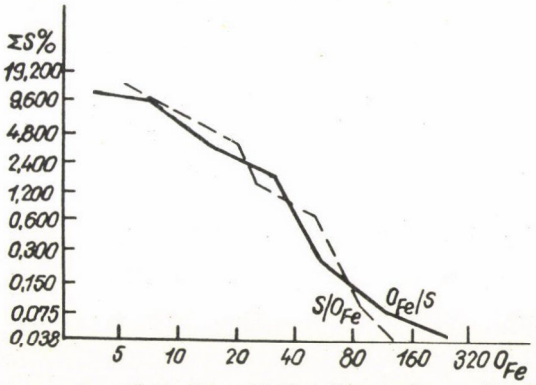
6. ábra. Geokémiai fáciesszelvények különböző típusú bauxitterületekről. *A.* Tyichvin-i terület. Szovjetunió, *B.* Vetrennüj pojasz. Szovjetunió, *C.* Bo-san. Kína, *D.* Arkanzasz. Egyesült Államok. (BUSINSZKIJ 1964 után)

RONOV és MIGGYISZOV (1965) a hidrolizátumok elemcsoportjának nagyvonalú geokémiai értékelése során az Orosz-tábla bauxittelepeire vonatkozóan az Al, Fe, Ti, Ga, Sc, Nb, Ta, Zr-nak a kovasav rovására történő „passzív" koncentrálódását; a kiinduló kőzetekhez képest 3—5-szörös dúsulását állapították meg. BUSINSZKIJ (1964) geokémiai fáciesszelvényeket szerkesztett a főbb ismert bauxitterületekről (6. ábra) a fő elemekre vonatkozóan. E fáciesszelvények a keletkezési viszonyoktól függően többé-kevésbé eltérnek egymástól.

A magyar bauxitban 1953-ban ismertté vált Al-Ti-Fe geokémiai összefüggés a legtöbb karszt- és lateritbauxitra beigazolódott (BUSINSZKIJ 1964, LISZICINA 1965, PASZTUCHOVA 1965, VALETON 1965, CLARKE 1966). Az Al-Ti

összefüggés számszerű bemutatására BUSINSZKIJ az ún. „titán-modulust": az Al_2O_3/TiO_2 értéket vezette be. A karsztbauxitokban eddigi adatgyűjtésünk szerint általában 2—4% a TiO_2-tartalom, a lateritbauxitokban pedig átlagosan 3—8%. Tennesseeben egyes vegyes kőzettani felépítésű karsztbauxit telepek átlagosan 5—9%, sőt egyes mintákban 11% TiO_2-t tartalmaznak (DUNLAP, BERGQUIST, CRAIG, OVERSTREET 1965). A titándúsulás oka és ásványtani formája még nem tisztázott.

Másodlagos folyamatoknál (pl. konkréciók, bekérgezések képződése) az Al-dúsulás a Ti csökkenésével jár, olyannyira, hogy egyes másodlagos fészkek —



7. ábra. Az összeskén és az O_{Fe} érték korrelációs diagramja a Nyirád—Darvastói elő-forduláson. (DUDICH 1965 után)

gibbsites, alunitos — teljesen titánmentesek lehetnek. E jelenség okát az Al és Ti másodlagos mobilizálódási képességének jelentős különbségében látjuk.

DUDICH (1965) a nyírádi bauxit kéntartalmát vizsgálta. Kénes bauxit főleg közvetlenül a fedő alatt, kisebb mértékben a bauxittest belsejében és közvetlenül a fekü dolomit felett mutatkozik. Korrelációszámítással megállapította, hogy a kéntartalom a vasoxidációs fokkal (O_{Fe} érték) fordított viszonyban van (7. ábra). A kénesedés a bauxit lerakódásával egyidejűleg, valamint epigenetikusan, az eocén mocsári fedő hatására jött létre. Az utóbbi szerepe a nagyobb.

A gallium geokémiájával foglalkoztak szovjet bauxittelepekre vonatkozóan LAVRENCSUK (1963—66), valamint LISZCINA és GLAGOLEVA (1966); hercegovinai bauxitban TRUBELJA és SIJAROVIĆ—PLEHO (1965); indiai lateritbauxitban pedig CHOWDHURY, CHAKRABARTY és BOSE (1965).

Laboratóriumi modellkisérletek és számítások

a) Mállási folyamatok termodinamikai vizsgálata

A mállási folyamatokat eddig többnyire csak empirikusan, a szelvények ásványtani és kémiai felépítése alapján magyarázták. Jelentős ez az új irány-

zat, mely a folyamatok energetikai, termodinamikai feltételeit számítások és laboratóriumi kísérletek útján próbálja tisztázni. Ezt GINZBURG (1961—63) kezdeményezte a mállási folyamatok energetikájával foglalkozó cikkeiben. WOLLAST (1961) a gibbsit képződés lehetőségét az oldott kovasavkoncentráció függvényében vizsgálta. Levezette, hogy a gibbsit nemcsak földpátok, hanem kaolinit lebontása révén is létrejöhet. A gibbsit, kaolinit, halloysit és dickit képződés szabadenergiáját BARANY és KELLEY (1961) számították, majd BARANY (1963) a muszkovitét, FYFE és HOLLANDER (1965) a diaszpórét határozták meg, KITTICK (1966) pedig a kaolinit értékét helyesbítette. KELLER és munkatársai (1967) további agyagásványok szabadenergia értékeit határozták meg. JERMOLAJEV (1966) a mállási folyamatok során fellépő szabadenergia változásokra vonatkozóan végzett alapos számításokat. GORBACSEV (1966) a reszilifikáció és chamosit-képződés szabadenergia változásait számította ki. Mindezeket a számításokat részben már ma is fel lehet használni a különböző bauxitparagenezisek kialakulásának magyarázatánál.

b) A bauxitásványok stabilitási tartományai

Az Al_2O_3 — H_2O rendszer vizsgálatával több mint két évtizede foglalkoznak a kutatók, sok tekintetben ellentmondó eredményekkel (ERVIN, OSBORN 1959, KENNEDY 1959, TORKAR, KIRSCHNER 1964, SAALFELD 1964). Az eltérések fő okának, a fázisátalakulások lassúsága látszik, ami miatt a kísérletek többnyire nem termodinamikai egyensúlyi végállapotot rögzítenek. NEUHAUS és HEIDE (1965) ezért a diaszpor-fázis kialakulását diaszpór kristálycsírák beoltásával igyekeztek meggyorsítani.

Az ásványtani részben az Al_2O_3—Fe_2O_3—H_2O rendszer laboratóriumi vizsgálatáról már említést tettünk (THIEL 1963, MAUREL 1966). NICHOLS (1963) a vasásványok stabilitási tartományait az Eh és p_H függvényében határozta meg.

A titánásványokra vonatkozóan KEESMAN (1966) végzett kísérleteket. Kimutatta, hogy normális nyomáson és hőmérsékleten az anatáz a legstabilisabb. KIMPE, GASTUCHE és BRINDLEY-nek (1964) sikerült kaolinitet normális nyomáson és hőmérsékleten szintetizálni. Ezzel bizonyítottá vált a bauxitosodással és lateritesedéssel kapcsolatos kaolinitképződéslehetősége, amit egyesek vitattak (ERHART 1966).

c) Oldhatósági vizsgálatok

A kovasav oldhatóságát VINOGRADOV 1957, OKAMOTO, OKURA, GOTO 1957, KRAUSKOPF 1959, SIFFERT 1962, WEY, SIFFERT 1961, az Al-Si gélek kicsapódását és adszorbeálódását HARDER (1965) vizsgálták. A bauxitok járulékos és nyomelemeinek oldhatóságával kapcsolatosan még igen hézagosak az ismeretek. Különösen a főelemekkel való kölcsönhatás és a szerves anyagok szerepe tisztázatlan.

d) Lateritesedési és bauxitosodási modellkísérletek sorát GINZBURG és JANSINA (1962) elektrodialízissel modellezett kőzetmállási kísérletei nyitották meg. Reprodukálni tudták a lateritesedés alapvető geokémiai folyamatát, a kovasav kioldását a különböző kőzetekből az Al, Fe, Ti csoport feldúsulása mellett. PICKERING (1964) andezit vizes közegben történő mállásakor azt tapasztalta, hogy a hőmérséklet növelésével megnőtt a kovasavtalanodás mértéke. Ez az eredmény jó összhangban áll OKAMOTO, OKURA és GOTO (1957) már említett kovasav-oldhatósági kísérleteivel.

A legfontosabbak e téren a WYART irányításával működő francia kutatógárda eredményei. THOUBAR és OBERLIN (1963) albitot szénsavas-vizes közegben kezelve mállási termékként böhmit képződését észlelték. PEDRO 1957 óta folytat kőzetmállási modellkísérleteket bazalton és grániton. Eredményeit 1964-ben megjelent doktori értekezésében foglalta össze. Szénsavas-vizes átöblítéssel két éven át végzett modellkísérletekkel sikerült a grániton, ill. az andeziten gibbsit-goethit, ill. böhmit-hematit paragenezist előállítania. Ez annál is figyelemre méltóbb, mert a legtöbb bauxitban is ezt a két ásványegyüttest észlelhetjük. 1966-ban sikerült PEDRO-nak és BERRIER-nak a kaolinit lebontása szénsavas-vizes kezeléssel, melynek során böhmit keletkezett. Ezzel megdöntötték azt a többek által ma is vallott felfogást, hogy a kaolinit rácsának stabilitása miatt a felszíni mállás viszonyai között állandó, nem kovasavtalanodik (ERHART 1966).

HEYDEMANN (1966) kaoliniten, illiten és montmorilloniton végzett 7-től 9 hónapig terjedő vizes oldási kísérleteket. Kaolinitnál 6—7 p_H-n a Si fokozott kioldódását és az Al hidroxidok formájában való visszamaradását észlelte. Savasabb és lúgosabb p_H-n viszont az Al és Si oldódása sztöchiometrikus volt. Ez az eredmény azért lényeges, mert a sokak által a bauxitosodás előfeltételének vélt erősen lúgos p_H-t feleslegessé teszi, a bauxitosodás semleges p_H-n is végbemehet. Az illit és a montmorillonit a kaolinitnál gyorsabban és erőteljesebben kovasavtalanodott.

SZAPOZSNYIKOV (1964) a szerves savak szerepét vizsgálta a kőzetmállásban. Bár a geomikrobiológia az utóbbi években világszerte rohamléptekkel fejlődik, a bauxitosodás és lateritesedés problémakörében még nem nyert felhasználást. Sokat ígérőek ezért a MÁFI-ban e téren jelenleg folyó kísérletek (JÁRÁNYI).

Genetikai elméletek

A bauxitgenetikai kutatások 1955—65 között elért eredményeiről BUSINSZKIJ (1966) készített részletes kritikai összefoglalást.

a) Lateritbauxitok keletkezése

Az utóbbi években a lateritesedésről több fontos, összefoglaló jellegű munka készült: DE WEISSE (1964), BUSINSZKIJ (1964), GERASZIMOV (1964),

MAIGNIEN (1966), VALETON (1967). A folyamat alapvető elemeit tekintve a vélemények már eléggé közelállóak, és hangsúlyozzák a hőmérséklet, a csapadék, a talajvíztükör, a térszínalakulás és a kiinduló kőzet ismert irányító szerepét.

A lateritesedés részfolyamatainak pontosabb felderítése is folytatódik. Megkülönböztetik a közvetlen lateritesedést (alumíniumszilikát ásványok közvetlenül bauxitásványokká való alakulása), a közvetett lateritesedést (a bauxitásványoknak agyagásványok közbeiktatásával történő képződése), egyes elemek remobilizációját a lateritszelvényben, a reszilifikációt és a vaspáncél képződést (cuirassement). (MILLOT 1964, MAIGNIEN 1958). Korábban e részfolyamatok időben való egymásutánját és térbeli elkülönülését tételezték fel. A legújabb vizsgálatok szerint viszont ezek adott esetekben térben és időben teljesen összefonódhatnak. Ilyen példákat észleltünk a közelmúltban guineai lateritek vizsgálatakor (BALKAY, BÁRDOSSY 1967).

A Szovjetunió területén több fosszilis — paleogén, mezozóos, sőt paleozóos — lateritszelvény vált ismeretessé. A szovjet geológusok e lateritszelvények változatos epigenetikus továbbalakulását, egyes területeken metamorfizálódásukat, jelenkori felszíni mállásukat (hipergenezis) is sokoldalúan vizsgálják (LISZICINA, PASZTUHOVA 1964, NIKITINA 1964, KONNOV 1964, MENJAJLOV 1964, KLEKLJ, MIKITINA, SZIROTINA 1965, PETROV 1967).

b) Karsztbauxitok keletkezése

A karsztbauxitok keletkezésének vizsgálata az utóbbi években fokozott érdeklődés mellett folyik. A nagyszámú, kölcsönösen vitatott genetikai elképzelést az alábbiakban a kiinduló anyag és a szállítás módja szerint tekintjük át:

I. *Autochton elméletek.* A teljes helyben való keletkezést vallja a TUĆAN (1912), KISPATIĆ (1912) és J. de LAPPARENT (1930) által kidolgozott ún. „terra-rossa" elmélet. A kiinduló anyag a bauxitfekü karbonátos kőzetek oldási maradéka. Az „autochtonie absolue" e klasszikus formájában ma már alig talál követőkre. Helyette az ún. „*parautochton*" elmélet szerint a karbonátos kőzetek mállási maradékai a térszín mélyedéseiben összemosódtak, és így halmozódtak fel a mai bauxittelepek. Bizonyos korlátozott szállítást tehát már elfogadnak, de szerintük még mindig a karbonátos fekü kőzet a kizárólagos kiinduló anyag. Az elmélet legismertebb hirdetője DE WEISSE, aki elképzeléseit legutóbb a zágrábi szimpóziumon foglalta össze (1964). Követői főként a jugoszláv geológusok, a jamaicai bauxit vonatkozásában pedig HOSE (1963). Az elmélet ellenzőinek fő érve a karbonátos fekü kőzetek általában rendkívül kis Al_2O_3-tartalma, ami a bauxittelepek felhalmozódásához hatalmas kőzettömegek elmállását tette volna szükségessé. KOMLÓSSY (1967) szerint lúgos oldással egyes hazai fekü dolomitokból több oldhatatlan maradék nyerhető, mint az eddig alapul vett savas oldással. Szerinte 100 km² területen 50 m vastag fekü elmállása 320—500 millió tonna bauxitot eredményezhet. Ezen az alapon a magyar bauxittelepeket parautochton eredetűeknek tartja.

II. *Allochton elméletek* mind távolabbról származtatják a bauxit kiinduló anyagát. A szállítás módja szerint csoportosítjuk őket:

α) Szállítás valódi oldatok alakjában. Ide tartozik ARCHANGELSZKIJ (1937) ismert „chemogén" elmélete. Szerinte kénsavas felszíni mállás esetén az alumínium kioldódik a mállási szelvényből és a folyóvizek valódi oldatok formájában elszállítják. Leülepedése vegyi kicsapódás útján partközeli sekélytengerben, lagunákban vagy édesvízi tavakban történik. Az ötvenes évekig ez volt a Szovjetunióban általános anelfogadott bauxitkeletkezési elmélet. Hibáira VINOGRADOV (1957), SZTRACHOV (1963) és BUSINSZKIJ (1958, 1964) mutattak rá. A laboratóriumi kísérletek sem erősítették meg az Al, Fe, Ti valódi oldatként való nagyobbmérvű folyóvízi szállításának lehetőségét. Ma már az elméletnek többé-kevésbé módosított formában is csak kevés követője van (RAZUMOVA 1961, KRIVCOV 1962, KIRPALJ 1964, TJURIN 1964).

CAILLÈRE és POBEGUIN (1964) szerint a francia bauxit savas p_H-jú oldatokból csapódott ki, méghozzá előbb az Al, Fe, Ti és csak később járult hozzá a talajvízből kiválva a Si. Földtani megfigyelésekkel alá nem támasztott elméletük eddig nem talált követőkre.

ZELENOV (1960—63—65) ún. „vulkáni chemogén" elméletet dolgozott ki. Kamcsatka és Indonézia egyes vulkáni területein a tengerbe ömlő igen savanyú p_H-jú, alumíniumdús helyi vízfolyásokat figyelt meg. Szerinte a tenger partmenti részein az alumínium kicsapódik a vassal együtt, és így bauxittelepek jönnek létre. A mediterrán övezet karsztbauxit telepeit is így származtatja. Az elmélet ilyen általános kiterjesztése ellen szól az egyidejű vulkanizmus teljes hiánya a legtöbb karsztbauxit területen, nem is szólva arról, hogy a mediterrán karsztbauxitok többségénél a kontinentális viszonyok között történt leülepedés bizonyítottnak fogadható el.

β) Szállítás kolloid oldat és finomtörmelék formájában. „Lateritogén" elméletek néven is össze lehetne foglalni őket, mert kiinduló anyagul többnyire laterites mállási szelvényeket tekintenek. Ezek anyagát felszíni vízfolyások szállították a karsztfelszínre. Eltérnek a vélemények, hogy milyen volt a kolloid oldatként, ill. a finom törmelékként szállított anyag aránya. Vannak, akik kizárólag kolloid oldatokat tételeznek fel. Ugyanakkor az Uralban egyes telepekben durvatörmelékes vízi anyagszállítás is feltételezhető a bauxitszövet alapján (BUSINSZKIJ 1966).

Ide tartoznak a jamaicai bauxitra vonatkozóan ZANS (1953, 1959) és CHUBB (1963), a franciaországi bauxit vonatkozásában ERHART (1956), VALETON (1965) és NICOLAS (1966—67), a görögországi bauxitra PAPASTAMATIOU (1964—65—66), a Szovjetunió karsztbauxitjaira vonatkozóan SZTRAHOV (1960—63) és BUSINSZKIJ (1964—66) genetikai elképzelései. A magyarországi bauxittelepekre nézve VADÁSZ (1946—51) munkáit követve, a legtöbb magyar

geológus ezen a véleményen van (SZABÓ 1962, KISS, VÖRÖS 1965, BARNABÁS 1966), kivéve KOMLÓSSY fentemlített véleményét.

A terra-rossa elmélet híveinek fő ellenvetése e nézetekkel szemben a karsztos felszínen történő folyóvízi anyagszállítás állítólagos lehetetlensége. Az utóbbi években egyre több helyen felismert bauxit alatti utólagos karsztosodás erősen lecsökkenti ennek az ellenérvnek a súlyát. Az Egyesült Államok DK-i részén található vegyes kőzettani felépítésű karsztbauxit telepekben a bauxit és a fekü között több helyen található keresztrétegzett homok. A vízi anyagszállítás ezeknél a telepeknél ezért aligha tagadható.

γ) Szállítás szél útján. ROCH is lateritszelvények anyagából származtatja a francia bauxitot, de úgy, hogy azt szél szállította finom por alakjában a jelenlegi helyére (1956—59—62). ROCH munkásságának jelentősége abban van, hogy megfigyeléseivel rámutatott a LAPPARENT óta általánosan elfogadott autochton eredet gyengéire, ellentmondásaira. Az ő példája nyomán indultak meg a ma oly eredményesen folyó francia bauxitkutatások. Eolikus elmélete azonban, úgy látszik, nem nyert igazolást.

WATERMAN (1962) a jamaicai bauxitot a mészkő felszínre hullott vulkáni tufából származtatja, amely azután ott helyben bauxitosodott. Az elmélet gyengéje az, hogy tufaszórás nyomait eddig még nem sikerült a jamaicai bauxitban kimutatni.

III. *Többtényezős elméletek.* Az utóbbi években egyre több olyan munka jelenik meg, mely egy terület bauxitját több forrásból származtatja: BONTE (1966) szerint a franciaországi bauxit a környező területek alumoszilikátos kőzeteinek laterites mállástermékeiből, agyagos és márgás rétegeiből, valamint a karbonátos kőzetek oldási maradékából tevődik össze. Ezek arányát ma még nem ismerjük. MARIĆ (1966) szerint a jugoszláviai bauxitnak sem a mészkő málladék az egyetlen alapanyaga, hanem felhalmozódásához eruptív kőzetek málladékai is hozzájárultak. Mindehhez folyóvízi szállítást is feltételez. CLARKE (1966) szerint a jamaicai bauxit a fekü mészkő mállási maradékából, a ZANS által feltételezett laterites alluviumból és vulkáni tufából tevődik össze. Ezen belül szerinte a mészkő málladék aránya a legnagyobb.

Hazai vonatkozásban BARNABÁS (1966) azon a véleményen van, hogy a bauxit agyagos alapanyagát a környezet felszíni kőzeteinek mállási termékei szolgáltatták.

Véleményünk szerint a több tényezőt is figyelembe vevő elgondolások igen figyelemreméltóak, ezek adhatják az utat a genetikai problémák megoldásához.

A leülepedés helye. A negyvenes-ötvenes években heves viták folytak arról, hogy hol, milyen környezetben történt a bauxit leülepedése; az ARCHANGELSZKIJ-féle elmélet túlnyomóan tengeri, a terra-rossa elmélet kizárólag szárazföldi üledéknek tekintette a bauxitot. Az azóta felgyűlt jelentős megfi-

gyelési anyag szerint a bauxit többféle környezetben is leülepedhetett. A karsztbauxit telepek nagy többsége kétségtelenül szárazföldi-kontinentális üledék. Ezen belül völgytalpakon, kisebb mocsarakban, időszakosan vízzel borított mélyedésekben, édesvízi tavakban egyaránt leülepedhetett és felhalmozódhatott a bauxit. Különösen e környezetben jelentős a kisebb-nagyobb helyi áthalmozódás szerepe.

A tengerparti lagunkában történt leülepedésre PAPASTAMATIOU (1965) megfigyelései szolgáltattak döntő bizonyítékokat. A görögországi Helikon-hegység egyik bauxittelepe üledékfolytonossággal fejlődik ki a fekü lagunáris fáciesű mészkövéből. A mészkőben előbb bauxitoolitok jelennek meg, majd ezek egyre dúsulva fokozatosan vezetnek át az oolitos bauxitba.

Végül több olyan kisebb bauxittelep is ismertté vált, melyek konkordánsan települnek tengeri mészkő összletbe, feküjük alig karsztosodott, sőt egyes esetekben mészkő közbetelepüléseket is tartalmaznak (Grepca—Jugoszlávia, Parnassos—D-Görögország, Kambodzsa). Ezek feltehetően tengeri, partközeli üledékek.

A bauxitosodás helye és ideje. E kérdés ma is erősen vitatott. Az egyik felfogás szerint a bauxit már „készen" ülepedett le, a leülepedés után mélyreható kémiai továbbalakulás (kovasavtalanodás stb.) már nem történt. Ez az ARCHANGELSZKIJ-féle chemogén elmélet feltevése. ERHART (1956, 1966) szerint a lateritesedés-kovasavtalanodás csak trópusi erdő alatt, mintegy annak hatására történhet (biosztázia). Így a bauxit nem kovasavtalanodhat tovább a karsztfelszínen történt leülepedése után. KISS és VÖRÖS (1965) szerint a gánti területre kolloid oldatok formájában érkezett a bauxit. A kovasavban gazdagabb és szegényebb részek a leülepedés során a fajsúly és a p_H függvényében differenciálódtak. A leülepedés után szerintük már nem történt érdemleges kovasavtalanodás.

A másik felfogás szerint a karsztfelszínen még nagyjából agyagjellegű anyag ülepedik le, és az a leülepedés után a kedvező klíma és a mészkőaljzat által biztosított jó vízelvezetés hatására tovább kovasavtalanodik. Ez a véleménye a terra-rossa elmélet követőinek (DE WEISSE 1964); a francia bauxit vonatkozásában VALETONnak (1965), ROCHnak (1959—62), NICOLASnak (1966—67). COMBES (1966—67) egyenesen márgák helybentörtént laterites mállásával magyarázza a Pireneusok és ÉK-Spanyolország bauxittelepeinek létrejöttét. ZANS (1959), CHUBB (1963) és CLARKE (1966) szerint a jamaicai bauxit is helyben bauxitosodott. Ugyanígy magyarázzák az amerikai geológusok az Egyesült Államok DK-i részén levő telepek létrejöttét. BUSINSZKIJ (1966) „laterites-üledékes-diagenetikus-elméletnek" nevezi az általa képviselt bauxitgenetikai felfogást, mely szerint a kovasavtalanodás a bauxit leülepedése után diagenetikus folyamatként folytatódott.

Hazai vonatkozásban VADÁSZ (1951) az áthalmozódások szerepére hívta fel a figyelmet a bauxit kovasavtalanodásával kapcsolatban. SZÁDECZKY-

KARDOSS E. (1955) szerint „a bauxit eredetileg .... talán még agyagként rakódott le és utólag diagenetikusan lúgos és oxidatív környezetben vált bauxittá. A mészkő bauxitok esetében a lúgos kémhatást a mészkő környezet, az oxidatív jelleget pedig az áteresztő mészkő-fekü által elősegített hosszantartó felszínközeli kimosás biztosítja." BARNABÁS (1966) is azon a véleményen van, hogy „a jelenlegi bauxitképződmény eredetileg lényegében agyagként ülepedett le, s abból alakult bauxittá. Természetesen már az eredeti alapanyag is tartalmazhatott alumíniumhidroxidokat ... mégis az alapanyag feltehetően zömében alumíniumhidroszilikátokból állott." A bauxitosodás szerinte gyengén lúgos közegben ment végbe. SZEPESSY és SZÉKYNÉ is ezen a véleményen vannak, és a lúgos p_H kialakításában a karbonátos kőzetaljzatnak jelentős szerepet tulajdonítanak (szóbeli közlés).

Ugyancsak a legutóbbi évek megfigyelései alapján vált világossá, hogy a bauxit epigenetikus továbbalakulása jóval jelentősebb, mint ahogy eddig feltételezték. E folyamatok igen sokrétűek: piritesedés, szideritesedés, chamositosodás, reszilifikáció, vastalanodás stb. Bár e téren igen sok értékes új megfigyelés történt, a bauxit epigeneziséről még nincs áttekintő képet adó összesítő munka. Hazai vonatkozásban figyelmet érdemel KOMLÓSSY (1966) bauxitpiritesedéssel foglalkozó munkája.

Egyes bauxittelepeket ért metamorf hatásokkal, az átalakulás módjával elsősorban a szovjet geológusok foglalkoztak. Ugyancsak ők foglalkoztak eddig legtöbbet a bauxit hipergenézisével, napjainkban folyó felszíni elváltozásaival (elsősorban GLADKOVSZKIJ és munkatársai).

Záró következtetések

A bauxitgenetikai problémák áttekintése során felmerült véleménykülönbségek, ellentmondások csak első pillanatra látszanak áthidalhatatlanoknak. Az alábbi megfontolásokat figyelembe véve megnyugtató megoldáshoz jutottunk:

1. Megállapítható, hogy néhány „íróasztal-hipotézistől" eltekintve a legtöbb elmélet alapjául egy adott területen végzett alapos földtani megfigyelés szolgál. Mindegyiknek van tehát valami igaz magja, a hiba a genetikai következtetések kiterjesztése az összes karsztbauxitra, illetve annak követelése, hogy a megfigyelt jelenség a bauxitképződés egyetlen lehetséges tényezője.

2. Az előzőkben láttuk, hogy a karsztbauxittelepek formája, felépítése, a bauxit összetétele, színe, szövete rendkívül eltérő lehet. Különböző fáciesű rétegekhez kapcsolódhatnak, eltérő geotektonikai helyzetűek lehetnek és a legkülönbözőbb földtani korokban képződhettek. Mindezek alapján azt tartjuk valószínűnek, hogy a karsztbauxitok sokféleképpen, gyakran több tényező közös hatásának eredőjeként jöttek létre.

3. Nincs és nem is lehetséges ezért olyan genetikai elmélet, mely a Föld összes karsztbauxit telepére egyaránt érvényes lenne. Minden egyes bauxitterületre az adott földtani viszonyok által megszabott, az azoknak legjobban megfelelő genetikai elképzelést kell kialakítani. A kapott genetikai kép („elmélet") nem terjeszthető ki minden további nélkül más bauxitterületekre.

4. Csakis az egyes bauxitterületek korszerű, monografikus feldolgozása után készíthető olyan összefoglalás, mely az azonosságok és az eltérések összehasonlító értékelésével a bauxitképződés teljes spektrumát egységes földtani keretbe foglalja össze.

A MAGYAR MEDENCE GEOTERMIKUS VISZONYAI

BOLDIZSÁR TIBOR

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Bevezetés

1963 elején közzétett geotermikus térkép az akkor rendelkezésre álló mintegy 400 geotermikus gradiens adat alapján először adott áttekintő képet az ország geotermikus viszonyairól (BOLDIZSÁR, 1964). Az azóta eltelt 5 év alatt nemcsak sok új hőmérsékletmérést végeztek, hanem a mérések pontossága is növekedett. A mérések pontosságát elsősorban a kőolaj- és földgázkutakban végzett rétegvizsgálatok növelték, amelyek nem az öblítéssel kihűtött kőzetköpeny, hanem az kőzet eredeti geotermikushőmérsékletet állapították meg. A rétegvizsgálatokat részben a hőegyensúly beállása után végzik, de ha nem, akkor is a réteg termeltetése közben, a vízszintes rétegben beáramló telepfolyadék az öblítéssel kihűtött kőzeteket újra visszamelegíti. Ugyanazon területen végzett öblítés utáni talphőmérséklet-mérésekből adódó, erősen szórt gradiens adatok mellett, a kapacitásmérések alapján számított gradiensek szórása jelentéktelen volt, és a geotermikus gradiens az utóbbiakban kivétel nélkül kisebb értéket adott.

Az 1965 óta mélyített 20 geotermikus kútban végzett nagypontosságú, részletes és ismételt hőmérsékletmérések a legmegbízhatóbb alapadatokat szolgáltatják.

A kisebb mélységű vízkutató fúrások is sok, a korábbi adatoknál pontosabb értéket szolgáltattak. Mindezek alapján került sor a korábbi adatok felülvizsgálatára és kiegészítésére.

Az 1968. január 31-én lezárt adatgyűjtés 540 geotermikus gradienst tartalmaz. Az új adatok száma több mint 140, mert a sok régi mérés, amely az újabb mérésekkel összehasonlítva, nem bizonyult elég pontosnak, az adatok közül kimaradt. Különösen a 200 m-nél kisebb mélységű fúrások adatait hagytuk el azokon a helyeken, ahol a közelben nagyobb mélységű fúrásból nyertünk megbízható adatokat.

A bécsi medencében végzett vizsgálataim (BOLDIZSÁR, 1968) a Kisalföld viszonyainak felderítéséhez nyújtottak támpontot, ezenkívül azóta a Kárpátok övezte medence szovjet (LUBIMOVA, 1966) és szlovák (ČERMÁK, 1967) területén végzett mérések ÉK-i és ÉNy-i irányban bővítették geotermikus ismereteinket.

Geotermikus gradiens térkép

Az 1. táblázat adatai alapján szerkesztett térkép (1. ábra) főbb vonásaiban a korábbi térkép jellegét mutatja, azonban egyszerűbb, kevesebb izogradiens vonalat ábrázol, mert sok kevésbé pontos adat helyett pontos értékek szükségtelenné tették néhány látszólagos geotermikus domborzat kiemelését. Így a következő lokális anomáliák hiányoznak a térképről:

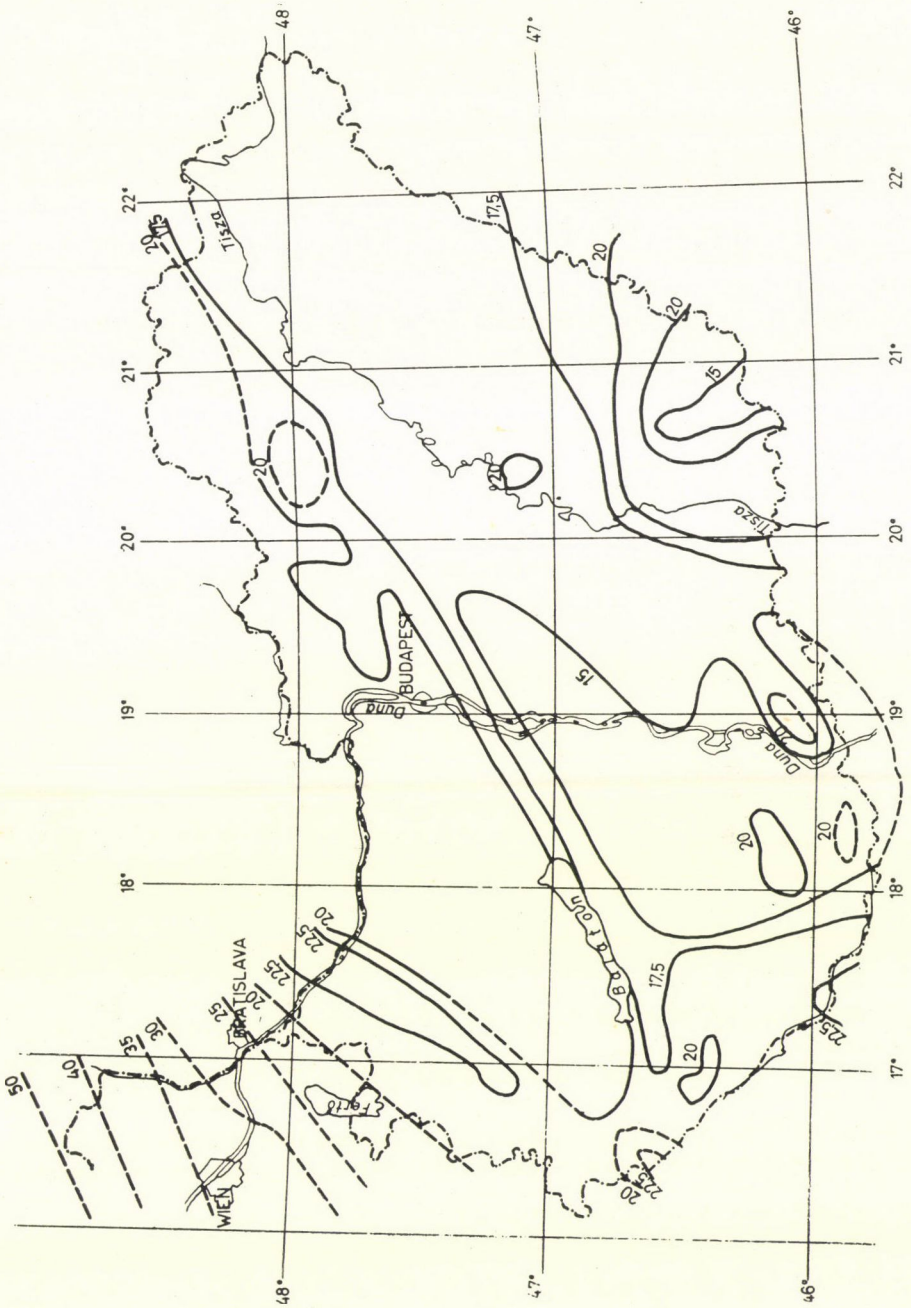
1. Gyoma—Túrkeve	20—24,4 m/C°	695 km²
2. Csökmő—Vekerd	20—24,3 m/C°	340 km²
3. Lakitelek—Tiszakécske—Vezseny	6,8—14,9 m/C°	180 km²

A Lakitelek—Tiszakécske térségben az OMFB keretében folyó geotermikus kutatások részletes mérésekkel egy 25 km² területre kiterjedő meleg foltot mutattak ki, ahol a gradiens 6,8 m/C° maximumot adott, ami reményt adott 1500—2000 m mélységben 150—200 C° hőmérsékletű forróvíz kitermelésére (Boldizsár 1967). A maximumra telepített mélyfúrás azonban megállapította, hogy anomálisan meleg kőzetek 300—400 m-nél nagyobb mélységben már nincsenek, és így anomália csak a felszín közelében van. Ehhez hasonló kisebb jelentőségű területek még a Jászságban találhatók. Lakitelek—Tiszakécske térségében a felszínközeli anomália a nagy vertikális permeabilitás következtében jelentkezik. A nagy vertikális permeabilitás miatt a rétegvíz felfelé áramlik, miközben az anomália peremén levő hideg víz leáramlik.

A Kisalföldön mérések hiányában korábban arra következtettem, hogy a Rába vonalától Ny-ra, ahol a medencealjzat kristályospala, egy geotermikus átmenet létezik; a bécsi medence felé a geotermikus grádiens, amely Győrött 24 m/C°, az osztrák határ felé fokozatosan 28—30 m/C°-ra növekszik. A Rába menti kőolajkutató fúrások — és különösen a magyaróvári geotermikus fúrásban talált 21,3 m/C° érték — arra mutatnak, hogy a magyar anomália a Lajta-hegység — Fehér Kárpátok kristályos vonulatáig terjed.

A figyelembe vett fúrások nagyobb mélysége és a figyelmen kívül hagyott sekély fúrások azt eredményezték, hogy az átlagos geotermikus grádiens nagyobb mélységre vonatkozik, mint korábban. Az izográdiens vonalak általában a felszín és 1000—2000 m közötti mélységre vonatkoznak, kivéve azokat a területeket, ahol a medencefenék magasabban fekszik.

Nem értékeltük a mérési adatokat a Magyar Középhegység karsztos területein, ahol a karsztvíz áramlása a földi hőáramot részben vagy egészben elvezeti, és így az áramlási zóna és a felszín között a gradiens nem tükrözi a földi hőáramot. Ez a hatás egyes helyeken 400—500 m mélységig terjed (Ajtay 1959). Nincsen elég adat a Börzsöny hegységben és a Sajó—Hernád háromszögben ahhoz, hogy a geotermikus viszonyokra következtetni lehessen, bizonyos azonban, hogy e területeken is a Kárpátmedencére jellemző értékek érvényesek.



1. ábra. Geotermikus gradiens térkép

1. táblázat

Geotermikus adatok a Dunántúlon

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
1	Adony-MÁV	262,0	19,0	24,2	
2	Agárd	158,0	20,0	16,7	
3	Alsónyék—Gyönk	119,0	19,0	13,3	
4	Babócsa	1750,0	99,0	19,9	
5	Badacsony-kikötő	138,0	21,0	14,0	
6	Bajcsa	2850,0	141,0	21,6	
7	Bajcsa 19.	2215,0	114,0	21,3	
8	Bakonya É	950,0	—2	23,8	
9	Balatonöszöd persp.	230,0	29,5	15,1	
10	Barabásszeg—3	2180,0	126,0	18,8	
11	Belezna 4.	2318,0	133,0	18,6	réteghőmérséklet
12	Belezna 8.	2295,0	126,0	19,8	réteghőmérséklet
13	Belezna 9.	2300,0	126,0	19,8	réteghőmérséklet
14	Belezna 13.	2306,0	133,0	18,7	kapacitásm.
15	Belezna—2	2314,0	133,0	18,8	
16	Bicske-MÁV	350,0	25,0	22,7	
17	Bodakojtor-Felsőszentiván	108,0	17,0	16,7	
18	Bölcske Tsz.	112,0	18,0	14,9	
19	Budafa I.	4071,0	183,0	22,2	kapacitásm.
20	Budafa puszta(Lispe)—4	1125,0	68,9	19,1	
21	Bucsuta I.	2746,0	127,5	23,4	kapacitásm.
22	Buzsák	600,0	45,7	16,8	
23	Bük	950,0	58,0	19,6	
24	Celldömölk-vízmű I.	230,0	24,0	16,4	
25	Csákvár I.	275,0	28,5	16,2	
26	Császár-Rákóczi Tsz.	44,0	12,5	17,7	
27	Császta (Szászvár)	384,0	29,0	20,0	
28	Csepreg törpe vízmű	215,0	22,0	17,2	
29	Csokonyavisonta	2000,0	106,0	21,5	
30	Csurgó	300,0	27,0	16,7	
31	Dalmand	159,0	19,0	18,6	
32	Decs-Bogra pta.	200,0	40,5	6,7	kifolyóvíz-hőm.
33	Dég Nevelőotthon	190,0	20,0	19,0	
34	Dombóvár-Dalmandi Á. G.	220,0	27,0	13,2	
35	Döbrököz	170,0	21,0	16,2	
36	Dunaalmás-Almásfüzitő	105,1	17,0	16,2	kifolyóvíz-hőm.
37	Dunaújváros-termál	550,0	48,0	14,7	
38	Ellend	950,0	58,0	19,8	
39	Előszállás	147,0	14,0	17,3	
40	Esztergom-Szt. István k.	323,0	27,3	19,5	kifolyóvíz-hőm.
41	Értény	167,0	22,0	14,3	
42	Felpéc	168,0	18,0	20,3	
43	Fertőd-kastély	225,0	18,0	26,6	
44	Fonyód szikvíz	435,0	37,0	16,3	
45	Füle	103,8	15,0	20,8	
46	Gige	309,0	29,0	16,5	
47	Görgeteg-Babócsa-26	1890,0	109,0	19,1	
48	Görgeteg Babócsa-K-4	1000,0	62,0	19,4	
49	Görgeteg Babócsa-K-8	2125,0	109,0	21,5	
50	Györe	801,0	42,0	25,0	
51	Győr I.	1998,0	940,0	23,7	
52	Győr-Fürdő II.	1976,0	90,0	24,6	
53	Győrszemere	410,0	30,0	20,1	
54	Hahót-69	1455,0	92,0	18,9	

1. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
55	Hahót-Ederics-31	1400,0	89,0	17,6	
56	Hahót-Pusztaszentlászló	1400,0	89,0	17,7	
57	Harkányfürdő II.	42,0	61,0	0,8	
58	Herceghalom	356,0	25,0	22,9	
59	Heresznye 8.	1691,0	103,0	18,3	
60	Hetvehely	1000,0	—	24,7	
61	Hévíz	45,6	42,0	14,5	
62	Hidas	370,0	25,0	24,0	
63	Hosszúhetény	560,0	29,5	28,3	
64	Hőgyész	106,0	17,0	16,3	
65	Iharosberény 3.	1364,0	86,0	17,9	kapacitásm.
66	Igal-Fürdő I.	640,0	87,0	8,3	
67	Igar	257,0	28,0	14,7	
68	Inke	2000,0	85,5	26,8	régi talph.
69	Ikervár-I.	1530,0	75,0	23,4	
70	Ikervár-II.	1650,0	81,0	23,1	
71	Kaposszekcső	350,0	31,0	15,6	
72	Kaposvárfürdő	1000,0	70,0	16,7	
73	Kaposvár-Császárrét	330,0	35,5	13,0	átlag 14,5
74	Kaposvár-Cseri vízmű	280,0	29,0	15,0	
75	Kaposújlak-Cseri vízmű	300,0	33,0	13,2	
76	Kárászpuszta	154,0	16,0	22,8	
77	Keszthely-Fenékpuszta	550,0	28,0	30,6	
78	Kilimán	625,0	51,7	15,0	
79	Kisvejke kk.	73,0	14,5	14,7	
80	Komárom-Lengyár	1263,0	62,0	24,1	
81	Komló	603,0	39,0	20,7	
82	Komló-151.	1203,0	83,0	16,4	
83	Komlósd (GBK-2)	2095,0	100,0	23,5	
84	Kuntelep	103,5	14,0	22,0	
85	Lajoskomárom	360,0	35,0	14,5	
86	Lajoskomárom	426,0	41,0	13,8	
87	Lendvaújfalu	1400,0	81,0	19,3	
88	Lengyeltóti-kórház	87,2	15,0	17,4	
89	Letenye	2756,0	131,0	22,8	
90	Lovászi	1475,0	84,4	19,8	term. közb.
91	Lovászpatona	110,0	17,0	15,7	
92	Magyarszék (Sikonda) 4.	300,0	39,0	14,5	
93	Majos-Aranykalász Tsz.	155,0	31,3	9,6	
94	Marcali III.	83,0	14,0	20,8	
95	Mágócs Bihali Á. G.	116,8	17,0	13,5	
96	Mánfa (Sikonda-1)	419,9	38,8	15,2	
97	Mánfa (Sikonda-3)	425,0	52,0	10,2	
98	Máza	795,0	57,0	16,9	
99	Mecseknádasd-2	828,5	38,0	29,6	
100	Mesteri (Mes-1)	1465,0	73,0	23,1	
101	Mesztegnyő	205,0	19,5	22,8	
102	Mezőcsokonya-1.	1610,0	98,5	18,2	
103	Mezőcsokonya-4	1722,0	100,0	19,2	
104	Mezőcsokonya-12	1691,0	98,5	19,2	réteghőmérséklet
105	Mezőszentgyörgy kk.	112,0	15,0	22,4	
106	Mihályi 21.	1209,0	62,0	23,0	réteghőmérséklet
107	Mihályi 26.	1435,0	71,5	23,1	rétegmhőérséklet
108	Mihályi-F 2	1096,0	59,0	21,7	réteghőmérséklet
109	Mihályi-F 3.	1061,0	57,0	22,3	réteghőmérséklet
110	Mihályi-1	1500,0	78,0	22,0	

1. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
111	Mihályi-12	1340,0	73,0	21,1	
112	Mihályi-21	1228,0	66,0	21,7	
113	Mihályi-24	1390,0	75,0	21,2	
114	Milej	1800,0	86,0	23,8	
115	Monyoród	199,0	33,0	8,6	
116	Molvány	225,0	21,0	21,5	
117	Mosonmagyaróvár	1948,0	101,0	21,3	
118	Nagyatád-fürdő I.	664,0	46,0	18,4	
119	Nagybarát Á. G.	384,0	26,0	20,5	
120	Nagy-gyimót	107,7	17,0	25,7	
121	Nagyigmánd	300,0	25,0	19,7	
122	Nagykanizsa-Sör	197,0	20,5	18,7	
123	Nagykanizsa-Sör	271,0	28,5	14,7	
124	Nagylengyel	2000,0	102,0	22,0	
125	Nagymányok	345,0	26,0	21,6	
126	Nagynyárád (Sátorhely-Ormánypuszta)	300,0	41,0	9,9	
127	Nak	275,0	35,0	11,1	
128	Ölbő 5	1903,0	89,0	24,1	
129	Oltrác	2530,0	111,0	25,3	
130	Oroszló 4—13	395,0	30,0	20,3	
131	Paks-vízmű	130,0	22,0	13,9	
132	Pápa-kastélykert	810,0	40,0	26,7	
133	Pécs	550,0	55,0	12,2	
134	Pécs-28	655,0	37,0	24,3	
135	Pécs-Vasas	1146,0	58,0	23,8	
136	Rábasömjén	1943,0	94,0	23,0	
137	Ráckeresztúr Á. G.	134,0	17,0	20,6	
138	Regöly-vágóhíd	177,0	24,0	13,1	
139	Sárbogárd	147,0	17,0	16,7	
140	Sármellék	201,9	17,0	26,7	
141	Sárvár	998,0	55,0	21,6	
142	Sávoly-2	1960,0	116,0	18,5	réteghőmérséklet
143	Siklós-termál	101,0	29,8	5,6	
144	Simatelep-Ercsi	125,0	16,0	20,9	
145	Simontornya Bőr-4	335,0	30,0	16,7	
146	Somogyvár-Gyógypedagógia	108,0	16,0	18,0	
147	Sümeg	560,0	53,0	13,2	
148	Szászvár	967,0	58,0	20,0	
149	Szászvár-8	1206,0	58,0	25,2	
150	Szekszárd	81,0	17,0	12,4	
151	Szentgyörgyvölgy 5.	3125,0	149,5	22,4	kapacitásm.
152	Szentdénes	113,0	17,0	17,3	
153	Szentendre persp.	490,0	29,2	24,6	kiegyenlítődött hőmérséklet
154	Szentgotthárd Selyem	178,0	19,0	18,8	
155	Szentlőrinc-Törpevízmű	450,0	40,0	15,2	
156	Szigetvár Mecseki Ércbánya	792,0	62,0	15,3	
157	Szigetvár-Konzerv	311,0	36,0	12,1	
158	Szombathely-Fürdő I.	800,0	52,0	18,8	
159	Szombathely 2.	700,0	41,0	22,2	
160	Szulok	2670,0	146,0	19,6	
161	Tab	96,0	15,0	17,0	
162	Tamási	180,0	22,0	15,7	
163	Tarany 12.	2730,0	146,0	20,1	
164	Tarany-2	2760,0	152,0	19,5	

1. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
165	Tengelic	53,8	14,5	13,3	
166	Tolna	313,0	33,0	13,0	
167	Toponár	312,0	32,0	14,4	
168	Tordas Tsz.	102,0	15,0	19,1	
169	Újfalu-8 (Zalakaros)	1100,0	67,0	19,3	
170	Vásárosdombó MÁV	100,0	17,0	14,3	
171	Vése-2	1270,0	74,0	19,9	
172	Vése-4	1195,0	71,0	19,6	
173	Zalaegerszeg-Zalabesenyői vízmű	220,0	19,0	24,2	
174	Zalaegerszeg	150,0	17,0	23,1	
175	Zalakaros-Újudvar-6	2307,0	120,0	21,0	
176	Zalatárnok-1	1459,0	85,0	19,4	
177	Zákány-1	2325,0	126,0	20,1	
178	Závod	121,0	20,0	12,7	

2. táblázat

Geotermikus adatok a Duna-Tisza közén

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
1	Abony-fürdő	701,5	52,0	17,1	
2	Abony	630,0	48,0	16,6	
3	Alattyán-Szabadság tér	480,0	41,0	15,8	
4	Alattyán-Új Élet Tsz.	470,0	42,0	15,0	
5	Algyő	2061,0	110,0	20,7	
6	Algyő kk.	227,0	22,0	20,2	
7	Algyő 5.	2085,0	116,0	20,9	
8	Aszód-Fiúnevelő	164,0	17,0	21,9	
9	Ásotthalom-Fürdő	415,0	31,0	20,0	
10	Átány	450,0	33,0	19,6	
11	Baja-gyapjú	263,0	24,0	19,5	
12	Baja-Mátéháza	151,5	22,0	13,8	
13	Bácsalmás	139,0	19,0	15,3	
14	Bácsbokod	118,0	19,0	13,8	
15	Bácsszöllős	141,0	18,0	18,8	
16	Besenyőtelek Lenin Tsz.	385,0	32,0	17,5	
17	Besenyőtelek-Ady E. u.	404,0	37,0	14,8	
18	Besenyszög Palotai Á. G.	651,0	46,0	18,1	
19	Boconád Ady E. u.	345,0	39,0	11,9	
20	Boconád Petőfi Tsz.	380,0	40,0	12,7	
21	Budapest-Pascal malom	1400,0	75,2	21,8	
22	Budapest-MÁVAG	701,0	44,0	20,7	
23	Budapest-Városliget II.	1256,0	94,3	14,9	
24	Bükkszékfürdő	517,0	41,0	16,7	
25	Cegléd-Strand	1183,0	69,5	20,0	
26	Cegléd-Jászberényi u.	300,0	30,0	15,9	
27	Cegléd-Szolnok u. laktanya	298,0	28,0	16,7	átl. 17,5
28	Cegléd-Huszár utca	499,0	38,0	17,9	
29	Cegléd 2.	1697,0	112,0	16,7	

2. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
30	Csátalja Tsz.	74,5	16,0	17,6	
31	Csány	206,0	22,5	16,5	
32	Csokvaomány	400,0	27,0	21,6	
33	Dávod-Püspökpuszta	670,0	38,0	23,9	
34	Demjén	950,0	66,1	16,9	kifolyóvíz-hőm.
35	Demjén-K 322.	825,0	65,0	15,0	kapacitásm.
36	Domoszló	255,0	27,0	15,0	
37	Dormánd	395,0	35,0	15,8	
38	Dorozsma 2.	1628,0	92,0	20,0	rétegvizsgálat
39	Dunavecse	115,0	17,0	17,1	
40	Ecséd	107,0	17,0	15,3	
41	Eger-vízmű	440,0	30,0	20,0	
42	Erk	330,0	29,0	17,3	
43	Fedémes 5.	358,5	30,0	16,9	
44	Forró persp.	74,0	15,0	16,4	
45	Füzesabony kk.	274,0	24,0	19,5	
46	Gödöllő	2200,0	94,0 + 10	21,2	korrigált réteghőmérséklet
47	Gyöngyös-vízmű 11.	310,0	28,0	16,3	
48	Gyöngyös-vízmű 12.	231,0	26,0	13,6	átl. 14,8
49	Gyöngyös-vízmű 14.	350,0	33,0	14,6	
50	Gyöngyöshalász	814,0	59,0	16,5	
51	Gyöngyösoroszi	1116,0	62,0	20,9	
52	Halmajugra kk.	168,0	18,0	21,0	átl. 21,8
53	Hajmajugra	210,0	19,0	22,6	
54	Harta Lenin Tsz.	310,0	29,0	16,3	
55	Hatvan-konzerv	318,0	24,0	22,0	
56	Heves-fürdő	793,0	57,0	16,9	
57	Heves-Újtelep	410,0	34,0	17,3	
58	Heves-Április 4.	455,0	35,0	18,4	átl. 18,0
59	Heves-Arany J. u.	402,0	32,0	18,5	
60	Heves-Széchenyi u.	402,0	32,0	18,5	
61	Homokterenye-Mizserfa	470,0	31,0	21,1	
62	Homokterenye-János akna	310,0	28,0	21,0	
63	Iklad Ipari Műszer	240,0	21,0	20,9	
64	Jánoshalma	161,0	19,0	18,9	
65	Jánoshida-főutca	548,0	44,0	16,5	
66	Jászapáti Velemi Tsz.	460,0	43,0	14,0	
67	Jászapáti Zöldmező Tsz.	475,0	42,0	14,9	
68	Jászapáti Alkotmány Tsz.	460,0	43,0	14,0	átl. 15,7
69	Jászapáti	805,0	58,0	16,7	
70	Jászapáti vízmű	560,0	40,0	18,7	
71	Jászberény	804,0	53,0	18,7	
72	Jászboldogháza	302,0	30,0	15,3	
73	Jászivány Szabadság Tsz.	590,0	46,0	16,4	
74	Jászkisér-Pusztakürti Á. G.	610,0	47,0	16,5	
75	Jászladány-Pusztakürti Á. G.	830,0	65,0	15,2	
76	Jászágó	336,0	28,0	18,1	
77	Jászszentandrás	600,0	50,0	15,0	
78	Jásztelek	280,0	33,0	12,3	
79	Kalocsa-Mélyfúrás	1034,0	76,0	15,7	
80	Kál-Fő utca	345,0	33,0	15,0	
81	Kányás	—	—	18,3	
82	Kecel-fürdő	941,0	65,0	17,2	
83	Kecskemét (NK. D. 1.)	1084,0	70,0	18,1	
84	Kecskemét-Konzervgyár	232,0	26,0	14,7	

2. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
85	Kelebia-MÁV	118,0	17,0	18,1	
86	Kerekegyháza	74,2	14,0	18,6	
87	Kiskőre-Dózsa Tsz.	400,0	33,0	12,1	
88	Kiskőrös-fürdő	1490,0	87,0	19,4	
89	Kiskundorozsma	158,0	18,0	21,1	
90	Kiskunhalas-fürdő	973,0	65,0	17,8	
91	Kisterenye	262,0	24,5	16,5	
92	Kisterenye-Gyularakodó	373,0	27,0	20,0	
93	Kömlő-Május 1. Tsz.	626,0	45,0	17,9	
94	Kőröstetétlen	230,0	27,0	20,0	
95	Lajosmizse	800,0	40,9	19,6	
96	Lőrinci-Petőfibánya strand	1198,0	78,0	17,5	
97	Madaras-iskola	115,0	16,0	20,9	
98	Mád XXIII.	710,0	47,0	18,8	
99	Mátraderecske	303,0	24,0	19,6	
100	Mátranovák-Szurdok 1.	400,0	28,0	20,5	
101	Mátranovák-Szárazvölgy	400,0	26,0	22,8	
102	Mátraszele-Kápolnavölgy	300,0	20,0	25,0	
103	Mezőkeresztes	1415,0	85,8	18,7	
104	Mezőkövesd-Zsóri-fürdő II.	850,0	71,0	13,8	
105	Mezőkövesd-Zsóri-fürdő I.	860,0	76,0	12,9	
106	Mezőtárkány	396,0	32,4	17,6	
107	Mélykút	671,0	43,0	20,2	
108	Miskolc-strand I.	550,0	49,0	13,8	
109	Miskolc-strand II.	615,0	52,0	14,3	
110	Miskolc-Városháztér	470,0	46,0	13,2	
111	Monok	96,0	14,0	21,4	
112	Mórahalom	568,0	39,0	19,9	
113	Nagybátony-Szorospatak	325,0	20,0	27,1	
114	Nagyfüged-Dózsa Tsz.	190,0	24,0	13,5	
115	Nagykörü 3.	1925,0	110,0	19,3	
116	Nagykörü 5.	1833,0	101,0	20,2	
117	Nagykörü 6.	1930,0	112,0	18,9	réteghőmérséklet
118	Nagykörü 7.	1919,9	112,0	18,8	réteghőmérséklet
119	Nagyréde	120,0	17,0	16,0	
120	Nagyréde 68/31.	545,0	36,0	20,5	
121	Nagytálya-legelő	100,0	16,0	15,4	
122	Nemesbikk Tsz.	230,0	36,0	9,7	
123	Őrszentmiklós	430,0	40,0	15,5	
124	Pásztó	414,0	39,0	14,0	
125	Petőfiszállás	203,0	23,0	15,0	
126	Pély	626,0	46,0	17,4	
127	Pély-piactér	784,0	48,0	20,7	
128	Pórtelek (Jászberény)	117,0	19,0	14,1	
129	Prügy-Kultúrház	251,0	35,0	9,9	
130	Pusztamérges Kossuth u.	312,0	28,0	17,8	
131	Recsk-7	998,0	55,0	23,5	
132	Rém-4	290,0	25,0	20,0	
133	Sajóhídvég	1877,0	108,0	19,1	kifolyóvízhőm.
134	Salgótarján	250,0	21,0	20,8	
135	Sarud	353,2	31,0	16,8	
136	Sárospatak-Végardó	287,0	49,0	7,2	
137	Solt-Petőfi Tsz.	145,0	20,0	15,2	
138	Soltvadkert	105,0	16,0	19,1	
139	Szabadszállás-MÁV	186,0	25,0	12,6	
140	Szakmár	128,0	18,0	17,1	

2. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
141	Szank 12.	1767,0	105,0	18,7	kapacitásmérés
142	Szank 14.	2239,0	126,0	20,2	kapacitásmérés
143	Szank 16.	1890,0	115,0	18,1	
144	Szatymaz	204,0	19,0	22,7	
145	Szeged	—	—	19,2	8 kút átl.
146	Szécsény 6.	914,0	47,0	24,2	
147	Szihalom	345,0	33,0	14,7	
148	Szikszó-Kórház	290,0	23,0	22,3	
149	Szolnok-fürdő	873,0	54,4	19,7	kifolyóvízhőm.
150	Szolnok SZ. o. 6 kt.	1808,0	102,0	19,7	
151	Szolnok-Sertéshízlalda	496,0	36,0	19,2	
152	Szolnok-MÁV Sporttelep	1001,0	69,0	17,0	átl. 18,8
153	Szolnok-Fedett Uszoda	1020,0	64,5	18,8	
154	Szolnok-Vegyigyár	1000,0	64,0	18,6	
155	Szücsi X. akna	105,0	16,0	16,2	
156	Tarnabod kk.	314,0	29,5	16,1	
157	Tard	1490,0	68,5	25,3	
158	Tarnaörs-Dózsa Tsz.	221,0	29,5	11,3	
159	Tarnaszentmiklós	430,0	35,0	17,2	
160	Tápiószele	347,0	30,5	16,9	
161	Tápiószentmárton	—	—	16,0	
162	Tarnazsadány	350,0	38,0	12,5	
163	Tázlár	1870,9	116,0	17,7	kapacitásmérés
164	Telkibánya	932,0	53,0	23,5	
165	Tiszanána kk.	400,0	34,5	16,4	
166	Tompa-5	231,5	30,0	11,8	
167	Tószeg-Rákóczi u.	480,0	39,0	16,6	
168	Tömörkény-Újtelep	176,0	19,0	20,2	
169	Újlőrincfalva	414,7	31,0	19,7	
170	Újszász-Szabadság Tsz.	250,0	31,0	16,4	
171	Üllés 5.	1808,0	118,0	16,8	
172	Üllés 7.	2002,0	134,0	16,2	réteghőmérséklet
173	Üllő	695,0	48,0	17,4	
174	Visznek Béke Tsz.	244,0	24,0	17,4	
175	Zagyvarékás	420,0	38,0	17,1	
176	Zagyvarékás Béke Tsz.	470,0	40,0	12,1	

3. táblázat

Geotermikus adatok a Tiszántúlon

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
1	Abádszalók kk.	71,0	14,0	15,7	
2	Árpádhalom-Árpád Tsz.	408,0	34,0	17,2	
3	Battonya-11	1025,0	74,0	16,0	
4	Battonya-21	1025,0	80,0	14,8	
5	Báránd	254,0	24,0	18,2	
6	Berettyószentmárton	299,0	30,0	15,1	
7	Berettyóújfalu-Gépállomás	569,0	45,6	16,2	3 kút átl.
8	Békés-Fürdő I.	788,0	54,0	18,0	

3. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
9	Békés-Fürdő II.	1100,0	73,0	17,5	
10	Békéscsaba-Konzervgyár	431,0	32,0	19,9	
11	Békéscsaba-Árpádliget	1500,0	85,0	20,1	
12	Békésszentandrás	652,0	49,0	16,8	
13	Biharnagybajom	276,0	30,0	15,0	
14	Biharnagybajom Dózsa Tsz.	195,0	24,0	14,2	
15	Biharnagybajom Kossuth Tsz.	300,0	30,0	15,2	
16	Biharugra Felszabadulás Tsz.	226,0	22,0	19,3	
17	Bucsa Alkotmány Tsz.	380,0	32,0	17,5	
18	Bucsa Kossuth Tsz.	446,0	38,0	16,0	
19	Csabacsüd-Kossuth u.	450,0	38,0	16,2	
20	Csanádpalota-Haladás Tsz.	650,0	40,0	22,3	
21	Csárdaszállás	119,0	19,0	13,8	
22	Csárdaszállás Ezüstkalász Tsz.	269,0	26,0	17,2	
23	Cserebökény-Új Élet Tsz.	550,0	34,0	23,2	
24	Cserkeszőlő-Tiszakürt-1.	2311,0	143,0	17,4	
25	Csökmő-Kossuth u.	406,0	28,0	22,7	
26	Csökmő kk.	410,0	30,0	20,5	
27	Debrecen-Nagyerdő	830,3	61,6	16,4	3 kút átl.
28	Deszk kk.	204,0	20,0	21,5	
29	Dévaványa-Fürdő	1130,0	80,0	16,0	
30	Dévaványa-Aranykalász Tsz.	440,0	39,0	15,2	
31	Dévaványa-Aranykalász Tsz.	420,0	35,0	17,0	
32	Ebes-2	1330,0	95,0	15,7	
33	Ecsegfalva	192,0	20,0	19,2	
34	Egyek-vízmű-2	200,0	21,0	15,6	
35	Endrőd	1522,0	85,5	20,2	
36	Endrőd-Dózsa Tsz.	280,0	28,0	16,1	
37	Endrőd-Szabadföld Tsz.	462,0	39,0	16,1	
38	Endrőd-Béke Tsz.	310,0	27,0	18,5	
39	Eperjes-Sárga hegyesi Tsz.	419,0	33,0	18,5	
40	Eperjes-kender II.	615,0	43,5	18,6	
41	Fábiánsebestyén	309,0	28,0	17,5	
42	Fábiánsebestyén I.	3100,0	135,0	22,8	
43	Fehérgyarmat-Strand	900,0	60,0	17,8	
44	Földes Rákóczi Tsz.	1285,0	78,0	19,0	
45	Furta	353,0	34,0	14,7	
46	Füzesgyarmat-Aranykalász Tsz.	542,0	42,0	16,7	
47	Füzesgyarmat-Strandfürdő	1136,0	30,0	16,2	
48	Gacsály-Dózsa Tsz.	69,8	13,0	17,4	
49	Gáborján Lenin u. kk.	565,0	34,0	23,5	
50	Gelénes	2000,0	135,0	15,9	
51	Gyoma	477,6	27,4	17,5	3 kút átl.
52	Gyoma-Tóhalom	470,0	42,0	14,8	
53	Gyula-Kastélykert II.	950,0	57,0	20,4	
54	Gyula	2004,0	112,0	19,8	
55	Gyula kertészet	1740,0	99,0	21,8	
56	Hajdúböszörmény-Fürdő	745,0	50,0	18,8	
57	Hajdúhadház-Petőfi Tsz.	128,0	17,0	17,6	
58	Hajdúnánás-termál	1008,0	67,0	17,6	
59	Hajdúsámson	200,0	22,5	16,0	
60	Hajdúszoboszló-2	900,0	70,5	15,1	
61	Hajdúszoboszló-3	1215,0	87,0	15,8	
62	Hajdúszoboszló-4	1222,0	80,0	17,5	
63	Hajdúszoboszló-6	1270,0	85,0	17,0	
64	Hajdúszoboszló-7	1175,0	85,5	15,6	

3. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
65	Hajdúszoboszló-II. sz. kincst. fúrás	200,0	127,0	17,1	
66	Hódmezővásárhely-Mérleggyár	402,0	30,0	20,6	
67	Hódmezővásárhely-Marx Tsz.	1791,0	100,0	20,0	átl. 20,7
68	Hódmezővásárhely-Vajhát kgy.	720,0	44,0	21,5	
69	Kaba É-1	2120,0	134,9	17,0	
70	Kaba-2	1600,0	115,0	15,2	
71	Kaba-1	1100,0	77,0	16,4	
72	Karcag-Fürdő	1500,0	91,0	18,2	
73	Karcag-Bucsa	1338,0	86,0	17,6	
74	Karcag-Bucsa-3	1899,0	126,0	16,4	
75	Kemecse persp.	480,0	35,0	18,8	
76	Kenderes-szakiskola	126,0	18,0	15,7	
77	Kenderes-Bánhalmi g.	330,0	30,0	16,5	
78	Kertéssziget	361,5	31,0	18,0	
79	Kétpó	403,0	30,0	20,2	
80	Kisvárda-Strandfürdő II.	598,0	49,0	15,0	
81	Kiszombor	286,5	23,0	22,9	
82	Komádi	110,0	16,0	18,3	
83	Komádi-Kender	765,0	60,0	15,4	
84	Kondoros-Sertéstelep	470,0	39,0	13,4	
85	Kondoros Lenin Tsz.	753,0	46,5	20,9	
86	Kondoros-Dolgozók Tsz.	550,0	39,0	20,6	
87	Kótaj-vízmű II.	155,0	18,0	18,3	
88	Körösladány-Újélet Tsz.	463,0	35,0	19,3	
89	Körösladány-Gépállomás	444,0	38,0	16,0	
90	Körösladány-Újbarázda Tsz.	440,0	35,0	17,8	
91	Körösszegapáti	1400,0	92,6	16,7	
92	Köröstarcsa kk.	488,0	34,0	18,2	
93	Köröstarcsa-Béke tér	510,0	39,0	17,8	
94	Körösújfalu-Közkút	507,0	37,0	18,9	
95	Kuncsorba	115,5	16,0	18,4	
96	Kungyalu Tsz.	258,4	23,0	20,6	
97	Kunhegyes-Strandfürdő	998,0	66,0	17,9	
98	Kunmadaras kk.	114,0	18,0	14,3	
99	Makó-fürdő	993,0	56,5	21,8	
100	Martfű	290,0	29,0	16,3	
101	Mátészalka	1009,0	67,0	17,7	
102	Mezőberény-Tessedik S. tér	1030,0	65,0	19,5	
103	Mezőgyán Tsz.	310,0	27,0	18,8	
104	Mezőhegyes	1031,0	74,0	16,1	
105	Mezőhék Á. G.	370,0	35,0	15,8	
106	Mezőpeterd	294,0	29,0	18,4	
107	Mezőtúr	1448,7	95,5	17,0	
108	Mezőtúr (termál ferdítés)	1100,0	78,0	16,2	
109	Mezőtúr-Újváros vízmű	498,0	38,0	17,9	
110	Mezőtúr-Pusztabánrévei Á. G.	530,0	40,0	17,8	
111	Mezőtúr-Mg. Techn. Tangazdaság	626,0	50,0	15,7	
112	Mezőtúr-Strandfürdő	805,0	53,0	18,8	
113	Mindszent Tiszavirág Tsz.	2472,0	107,0	25,6	
114	Mindszent	190,0	19,0	22,3	
115	Murony	491,0	42,0	15,4	
116	Nagyhalász	500,0	49,5	12,4	
117	Nagyhegyes-Dózsa Tsz.	226,0	22,0	18,8	
118	Nagylak-kender	700,0	48,5	18,9	

3. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. gradiens m/C°	Megjegyzés
119	Nagylak-Kendergyár	840,0	52,0	20,5	
120	Nagymágocs kk.	225,0	22,0	19,5	
121	Nagyrábé-Petőfi Tsz.	530,0	24,0	16,4	
122	Nagyszénás	2172,0	85,6	28,7	
123	Nagytőke	330,0	27,0	19,7	
124	Nádudvar	1523,0	107,6	15,6	
125	Nyíregyháza-Városi Fürdő	885,0	67,0	15,4	
126	Nyíregyháza-Sóstó I.	998,0	65,0	17,8	
127	Nyíregyháza-Sóstó Fürdő I.	730,0	65,0	13,1	átl. 16,0
128	Nyíregyháza-Sóstó Fürdő II.	800,0	58,0	16,5	
129	Nyíregyháza-Sóstó Fürdő III.	601,0	47,0	16,0	
130	Okány-Petőfi Tsz.	429,0	38,0	15,8	
131	Opályi Tangazdaság	114,0	16,0	16,0	
132	Orosháza-Diána	465,0	38,0	16,8	
133	Orosháza-Gyopárosfürdő	500,0	40,0	16,9	
134	Orosháza-Dózsa Tsz.	750,0	59,0	15,4	
135	Orosháza-Dózsa Tsz.	1570,0	116,0	14,9	
136	Örménykút-Petőfi Tsz.	140,0	19,0	16,5	
137	Pusztaföldvár	1765,0	123,0	15,5	
138	Pusztaszőllős 20.	1085,5	78,0	16,0	kapacitásm.
139	Püspökladány-Strandfürdő	650,0	52,0	15,5	
140	Rákóczifalva-Olaj	590,0	52,0	14,9	
141	Sarkad-Kender	1115,0	62,0	21,6	
142	Sarkadkeresztúr-Kossuth Tsz.	529,0	39,0	18,9	
143	Sáp	217,0	22,0	18,1	
144	Szandaszöllős (Szolnok)	1456,0	86,0	19,2	
145	Szarvas 3.	2209,0	135,0	17,7	
146	Szarvas Á. G. központ	425,0	35,0	17,2	
147	Szarvas Kossuth tér II,	520,0	42,0	16,4	
148	Szarvas-ŐRKI Ipartelep	465,0	45,0	13,4	
149	Szarvas-Halgazdaság	800,0	53,0	18,7	
150	Szarvas-Bem Tsz.	460,0	40,0	15,5	
151	Szeghalom	512,0	37,0	18,9	
152	Szeghalom-Kossuth Tsz.	396,0	36,0	15,3	
153	Szeghalom-Töviskei Á. G.	400,0	34,0	16,8	átl. 16,0
154	Szeghalom-Rákóczi Tsz.	430,0	38,0	11,4	
155	Szeghalom Béke Tsz.	390,0	34,0	16,6	
156	Szegvár-Kendergyár	915,0	53,0	21,4	
157	Szentes-Újbarázda Tsz.	800,0	44,0	23,7	
158	Szentes-Újbarázda Tsz.	1900,0	104,0	20,3	
159	Szentes-Árpád Tsz.	1960,0	102,0	21,4	
160	Székkutas Á. G.	268,0	26,0	17,2	
161	Szőreg	213,0	22,0	18,5	
162	Tápé	230,0	22,0	20,0	
163	Tápé-Tiszatáj Tsz.	1990,0	105,0	21,1	
164	Tetétlen Tsz.	152,0	20,0	15,2	
165	Tiszacsege	950,0	63,0	17,9	
166	Tiszaföldvár	1050,0	78,0	15,7	
167	Tiszafüred	946,0	61,0	18,5	
168	Tiszainoka Tsz.	210,0	24,0	15,6	
169	Tiszalök-Erőmű	190,0	21,0	17,2	
170	Tiszaörs	1766,5	126,0	15,2	
171	Tiszapüspöki	1596,0	104,0	17,0	
172	Tiszaigar Á. G.	141,0	18,0	17,6	
173	Tomajmonostora (Tu-15)	1540,0	124,0	13,6	
174	Tótkomlós	1655,0	135,0	13,2	

3. táblázat folytatása

Sorszám	Fúrás helye	Mélység m	Hőfok C°	G. grádiens m/C°	Megjegyzés
175	Tótkomlós 24.	1410,0	112,0	13,8	kapacitásm.
176	Törökszentmiklós-termál	1100,0	64,0	20,4	
177	Újkígyós	115,0	17,0	17,7	
178	Újléta persp.	180,0	19,0	20,1	
179	Vekerd	364,0	25,0	24,3	
180	Végegyháza	104,0	18,0	14,9	
181	Vésztő	180,0	20,0	19,0	
182	Vésztő-Aranykalász Tsz.	402,0	30,0	20,3	
183	Vésztő-Petőfi Tsz.	582,0	43,0	17,9	
184	Vésztő-Kossuth Tsz.	483,0	43,0	14,8	
185	Zsadány-Tölgyfásmajor	296,0	26,0	19,1	
186	Zsáka	245,0	22,0	20,4	

Az izogradiens vonalak összefüggése az alaphegység felszín feletti és [a]latti domborzatával igazolható (BOLDIZSÁR 1964). Azokon a területeken, [a]hol az alaphegység a harmadkori üledék alatt mélyen van, a geotermikus grádiens az átlagnál nagyobb. Így van ez a Kisalföld süllyedékében, Szeged—Szentes—Békéscsaba—Gyula ívben, a Dráva-árokban. Ahol vékony harmadkori üledék alatt van az alaphegység, ott a geotermikus grádiens kisebb, mint az átlag. Erre jellemző példa az Orosháza—Tótkomlós—Battonya antiklinális, valamint Baranya—Tolna—Kelet-Somogy, Dél-Fehér és Észak-Bács-Kiskun területek, amelyet a térképen a 15 m/C° izográdiens vonal határol.

Földi hőáram

1953—54. években Komlón végzett földi hőáram mérések (BOLDIZSÁR 1956)

$$3{,}035\ \mu cal/cm^2sec$$

értéket adtak, ami külföldi szakkörökben feltűnést, hazánkban pedig kétkedést váltott ki. Az óvatos tartózkodás azon alapult, hogy ilyen mérések eddig az európai kontinensen még nem voltak, viszont Afrikában, Angliában, Észak-Amerikában és Iránban végzett mérések ennél jóval kisebb értékeket, átlagosan

$$1{,}2\ \mu cal/cm^2sec$$

értéket adtak. Korábbi (BOLDIZSÁR 1944) megfontolások alapján a nagy hőáramot ország egész területére, sőt a Kárpátok övezte medencére jellemzőnek tartottam.

A következő mérések (4. táblázat), amelyek az ország egész területére kiterjedtek, igazolták, hogy a nagy földi hőáram jellemzi az ország egész terü-

4. táblázat

Földi hőáram mérések a Kárpátok medencéjében

Hely	Keleti hosszúság		Északi szélesség		Földi hőáram 10^{-6}cgs
	°	′	°	′	
Komló-Zobak	18	18	46	12	3,31
Hosszúhetény	18	22	46	10	2,49
Bakonya-Hetvehely	18	04	46	07	2,4
Nagylengyel	16	45	46	46	1,9
Hajdúszoboszló	21	23	47	26	2,2—2,6
Szentendre	19	05	47	41	2,0
Banská Štiavnica	18	53	48	27	2,6

letét. A Kárpátok nyugati és keleti vonulatán belül a medencében végzett szovjet és csehszlovák mérések (Lubimova 1966, Čermák 1967) hasonló értékeket adtak (5. táblázat).

5. táblázat

Szovjet és csehszlovák földi hőáram mérések a Kárpátok medencéjében

Hely	Keleti hosszúság		Északi szélesség		Földi hőáram 10^{-6}cgs	Szerző
	°	′	°	′		
Zalush	22	42	48	24	2,60	Lubimova
Malacky	17	00	48	27	1,57	Čermák
Láb	16	57	48	23	2,22	Čermák
Kolárovo	18	01	47	56	2,32	Čermák
Ptrukša	22	04	48	29	2,45	Čermák
Stretava-5	22	03	48	37	2,70	Čermák
Stretava-7	22	04	48	36	2,70	Čermák

A földi hőáram regionális értéke Magyarország területére kiszámítható a geotermikus grádiensek és a hővezetőképességek átlagából. A grádiensek átlaga

$$18{,}5 \text{ m/C°},$$

a hővezetőképesség méréseké pedig (6. táblázat) a harmadkori üledékes rétegekre

$$0{,}0044 \text{ cal/cm}^2 \text{ secC°}.$$

Ebből a földi hőáram átlagos, regionálisnak tekinthető értéke

$$2{,}4 \ \mu\text{cal/cm}^2\text{sec}.$$

Ezen érték jól közelíti a nagyobb mélységből, mintegy 5—6 km-es szint alól érkező hőáramot, amelyet nem befolyásol sem a medencefenék, sem a felszín topográfiája.

6. táblázat

Mért hővezetőképesség értékek a magyar medencében

Holocén		0,00200—0,00250	
Pleisztocén		0,00260—0,00350	
Pliocén	Levante	0,00320—0,00380	
	Felső pannon	0,00370—0,00450	
	Alsó pannon	0,00350—0,00390	
Miocén	Szarmata	0,00450—0,00600	
Jura	Liasz középső	0,00700	sok minta átlaga
Perm		0,00500—0,00800	

A felszínen mért értékekben viszont mind a topográfikus befolyás, mind az esetleges mélységi hőáramváltozás bennfoglaltatik. Nincs még elég adatunk arra, hogy az ország területén a mélységi hőáram területi eloszlásának változását kimutathassuk: az egyes hőáram-mérések száma csekély, az egyes gradiensekhez pedig egyedi mértékadó hővezetőképességet csak nagy hibával lehetne hozzárendelni. Törekedni kell hogy a földi hőáram értékét nagyobb mélységű fúrásokban a jellegzetes tektonikai alakulatokra meghatározzuk, és a nagyobb mélységből a felszínre áramló hőmennyiség értékének változását megállapítsuk.

A földi hőáram és a medencefenék topográfiájának összefüggése jól kimutatható (BOLDIZSÁR, 1964). Ahol a medencefenék nagy mélységre süllyedt, és a medencét kitöltő harmadkori üledék vastag, ott a földi hőáram kisebb (Kisalföld, Dráva-árok, Szeged—Hódmezővásárhely—Szentes—Békéscsaba-süllyedék), viszont ahol a medencefenék magasabban van (Tolna—Baranya, Orosháza—Tótkomlós), ott a földi hőáram nagyobb értékű. Ez tisztán topografikus hatás. Ugyancsak nagyobb földi hőáram jellemzi a Mecsek hegységet, ahol három hőáram-mérés van; más kiemelkedett paleo-mezozoikumok területén földi hőáram-mérés ez idő szerint még nincsen.

Geotermikus viszonyok és kéregszerkezet

A magyar medence kéregfejlődésére vonatkozóan eddig a földi hőáram-mérések és a mélyrefrakciós vizsgálatok szolgáltattak értelmezhető adatokat. A magyar medencében a gravitációs vizsgálatok alapján kiszámított Bouguer-anomália értékek +10—+20 mgal értéke 25—30 km kéregvastagságra jellemző (KOSMINSKAYA—RISNICHENKO, 1964). Az újabb vizsgálatok szerint (MITUCH, 1966) a magyar medencében a kéregvastagság 26—28 km; ez kisebb, mint az átlagos kontinentális kéregvastagság (30—35 km). A magyar medencében tehát *átmeneti kéreg van*, azonban közel a normális kontinentális kéregvastagsághoz.

A magyar medence hőárama a harmadkori (alpi) hegyképződésre jellemző orogén értékű, az alpi hegyképződést okozó többlethő miocén óta csökkenő része a Kárpátok medencéjében ma is mérhető. Magyarország területének túlnyomó része azonban az alpi hegyképződés alatt nem, vagy alig emelkedett, később

pedig süllyedő tendenciát mutatott, és Alföldünket a kiemelkedő környezetből lehordott tengeri és tavi üledékek töltötték ki. A medence feneke helyenként 5000 m-nél is mélyebbre süllyedt le. E süllyedésnek oka az volt, hogy a Kárpátok és a Dinaridák feltornyosulásához szükséges anyag, részben a magyar medence alól, lassú plasztikus folyással a kiemelkedő hegységek alá áramlott, és azok kiemelkedését, a szükséges anyag szállításával fenntartotta.* Mivel a kéreg alatti elfolyás hosszú ideig tartó szakaszos folyamat volt, a magyar medence egyes kéregrészletei változatos időben és mértékben süllyedtek, bár helyenként és időnként a belső folyás eredményeként egyes kéregrészek átmenetileg vagy végleg kiemelkedtek.

A főként mezozóos magyar középhegység késői kiemelkedése és jelenleg is tartó lassú emelkedése kapcsolatban lehet a Kis- és Nagyalföld mély részeinek ma is tartó süllyedésével. Ennek bizonysága a Duna erős hordaléklerakó tevékenysége a Csallóköz—Szigetköz területén, továbbá a Tisza és Körös hasonló szerepe a DK-alföldi süllyedő területen. E területek jelentős méretű süllyedését a jelenleg is tartó kéregalatti lassú plasztikus elfolyás okozza.

Túlnyomóan a miocénban lezajlott nagy vulkános tevékenység a Kárpátok erőteljes kiemelkedésével kapcsolatban lépett fel. A magyar medence belsejében a kéreg ekkor stagnált vagy némileg süllyedt, és a kiemelkedés határán egyre megújuló vulkáni repedésrendszer képződött (Pilis, Börzsöny, Cserhát, Mátra, Bükk-előtér és az Eperjes—Tokaji-hegység).

De a medence belsejében lefolyó, a peremi hegyképződéshez viszonyítva kisméretű kéregmozgások nem mindig függenek össze a kéregalatti jelenségekkel. A kéregben lefolyó plasztikus folyási jelenségek is okozhatnak olyan kisméretű felületi kéregmozgásokat, mint amilyenek a magyar medencében észlelhetők. A nagy földi hőáram okozta felmelegedés a kéregben is elősegítheti a plasztikus folyás révén létrejövő helyváltoztatást, esetleges helyi olvadékképződést,** amit a repedésrendszerek képződésével kapcsolatos feszültségcsökkenés szintén elősegít. A kéregben lefolyó kőzetfolyások magyarázzák a medence belsejében észlelt viszonylag gyorsan változó, emelkedő és süllyedő tendenciákat. A kéregalatti folyások hatása a felszínre lényegesen lassúbb, és a fáziseltolás is nagyobb.

A medence töréses szerkezete a medence kis méretei által megszabott kismértékű vertikális mozgások okozta kis deformációk következménye. A kis méretek következtében az üledékfelhalmozódás is korlátozott és szabálytalan, emiatt nagyobb kiterjedésű szén- és kőolaj-földgáz előfordulások sincsenek. A gyakran ismétlődő vertikális oszcilláló mozgások következtében viszont a töréses vetők gyakoriak, ami szénbányászatunkat kisméretű fejtési egységek lemővelésére kényszeríti.

* Lásd e folyóirat I. kötetének 52—60 lapjait. (Szerkesztő)

** Ilyen kéregbeli megolvadási jelenségnek tekinthetjük a Nagyalföld tengelyében a Mecsek és a Nyírség közt kulmináló ignimbrites magmatizmus fészkeit. (Szerkesztő)

IRODALOM

AJTAY Z.: Karsztvízveszélyes mélybányászat geotermikus viszonyainak vizsgálata. Bányászati Lapok, **92,** 658—663, 1959.

BOLDIZSÁR T.: A pécsbányatelepi liász szénelőfordulás geotermikus viszonyai. Bányászati és Kohászati Lapok, **19, 20,** 280—296, 1944.

BOLDIZSÁR T.: Measurement of Terrestrial Heat Flow in the Coal Mining District Komló. Acta Technica Ac. Scientarium Hung. Tom. **XV,** 1—2, 1956.

BOLDIZSÁR T.: Magyarország geotermikus térképe és földi hőárama. MTA Műszaki Tud. Közleményei, **33,** 1—4, 307—327, 1964.

BOLDIZSÁR T.: Terrestrial Heat and Geothermal Resources in Hungary. Bulletin Volcanologique, **XXX,** 221—227. 1967.

BOLDIZSÁR T.: Geothermal Data from the Vienna Basin. J. Geophys. Res. **73,** 613—618, 1968.

ČERMÁK V.: Results of Geothermic Investigation of Heat Flow in Czechoslovakia in 1964—1966. Stud. geoph. et geod. **11,** 342—344, 1967.

KOSMINSKAYA I. P.—RIZNICHENKO Y. V.; Seismic Studies of the Earth's crust in Eurasia. Research in Geophysics, **2,** 81—122, MIT Press, Cambridge, Mass. 1964.

LUBIMOVA E. A.; Ocenka raspredelenia glubinnovo teplogovo potoka. Problemi glubinnovo teplogovo potoka. Izd. Nauka Moszkva, 133—143, 1966.

MITUCH E.: A magyarországi kéregkutatás stb. Geofizikai Közl. **XV,** 15—24, 1966.

GEOBIOKÉMIAI VIZSGÁLATI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA A PALEONTOLÓGIAI ÉS PALEOÖKOLÓGIAI KUTATÁSBAN

BENKŐNÉ CZABALAY LENKE

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A paleonotológiai, paleoökológiai vizsgálatoknál az üledékbe ágyazott ősmaradványok morfológiai megfigyelései alapján rekonstruálják az egykor élt szervezeteket, életkörülményeiket és kapcsolatukat az ökológiai tényezőkhöz.

Az aktuopaleontológia módszereit alkalmazva, az élő szervezetek vázain kívül az életnyomokból az életfunkciókra, az állat mozgási készségeire — módjára és általában életmódjára tudunk visszakövetkeztetni. Az aktuopaleontológia módszereit SCHÄFER (1965) tengerkutatásai alapján foglalta össze . HEKKER tanulmányaiban (1956, 1960, 1965), paleoökológiai elemzéssel az ősmaradványok, az életnyomok és a kísérőfauna együttesét vizsgálta az egykor lejátszódott folyamatok tükrében, s helyi fizikai-kémiai és biológiai tényezőket figyelembe véve ábrázolta az életkörülményeket.

Az *aktuopaleontológia* és a korszerű *paleoökológia* módszerei ellenére is sok megoldatlan kérdés maradt ezen a kutatási területen, az ökológiai tényezők megállapítása sok esetben nehézségbe ütközik, és így a kérdések egy részére nem konkréten alátámasztott következtetések alapján próbálnak választ adni. Ezért úgy az élő, mint a fosszilis anyagokon geobiokémiai módszereket alkalmaztak, az egyes ökológiai tényezők megállapítása és az élő vagy egykor élt szervezetekhez való kapcsolatuk megismerése céljából. Az élő és fosszilis tengeri mészvázú szervezetek héjszerkezetét vizsgálták elektromikroszkóppal, röntgenspektroszkóppal (kristályszerkezetét és kristálykémiai összetevőit, ezek egymáshoz való arányát). Ezekből nyilvánvalóvá vált, hogy a héj szerkezeti és geobiokémiai vizsgálata hasznos ökológiai útmutatásokat nyújthat. A tengeri mészvázú élő szervezeteken alkalmazott módszereknél a fosszilizáció folyamán végbement anyagbeépülés vagy átalakulás lehetőségeit is figyelembe kell venni.

A Rudisták a kagylóknak paleobiológiai és paleoökológiai szempontból egyik legérdekesebb csoportja. A vizsgálatokkal kapcsolatos kérdéseket nem lehet a fosszilis anyag morfológiája alapján mindig megválaszolni. A nehézségek nagy része abból fakad, hogy a ma élő tengeri szervezetek között a Rudistákhoz hasonlót nem találunk, így az aktuopaleontológia módszerét alkalmazni nem lehet összehasonlító élő anyag hiányában.

A Rudisták belső szerkezetében a saroktaréj és az oszlopok alakja rendkívül változó, ezért morfológiai alapon sok új fajt és alfajt írtak le. Azt tapasztaltuk azonban, hogy a fajok jelentős része revízióra szorul, mert sok esetben a változatok külső ökológiai tényezők hatására alakultak ki, és nincs faji bélyeg jelentőségük.

MILOVANOVIĆ BR. (1934) a Rudisták héjszerkezetét vizsgálva megállapította a generikus szerkezeti bélyegeket, ezzel lehetővé tette töredékes darabok meghatározását is. A héj szerkezetéből, annak változásából az egyes ökológiai tényezőkre is következtetett.

Az élő és fosszilis molluszkák belső szerkezetét és héjszerkezetét több kutató (DEFLANDRE, NOËL, WYCKOFF, GRÉGOIRE, FLORKIN) elektronmikroszkóppal tanulmányozta. GRÉGOIRE-nak az élő Nautilusokon a héj különböző szekrécióiban végzett elektronmikroszkópi vizsgálata a rendszertani kérdések tisztázásához is eljutott.

A Rudisták héján többirányban készített metszeteken vagy vékonycsiszolatokon egyaránt alkalmazható az ún. *lakkmásolási módszer* („Vernis replic", JAQUET P. A. módszere), amely más hasonló műanyagokkal is megoldható. Változataival BRADLAY D.E. (1955, 1960) foglalkozott.

A csiszolati felületre juttatott folyékony lakk infravörös lámpával 10 perc alatt megszárítható, és a kőzetfelületről könnyen eltávolítható. Az így kapott szilárd lakk 45 C°-on történő evaporizálása és isopropyl acetátos öblítése után vizsgálható elektronmikroszkópon. Előnye, hogy a héjszerkezet egyidejűleg normál mikroszkópon is vizsgálható, abban az esetben is, ha felületi metszetről van szó. Normál mikroszkóppal jóval nagyobb felület vizsgálható, előnyös tehát, ha az elektronmikroszkóppal áttekintett kis felülettel összehasonlítható a szerkezeti kép. Az elektronmiszkrokóppal tanulmányozott héjszerkezetben különböző genuszoknál, sőt fajoknál eltérő szerkezet rögzíthető. Különösen a sejtek válaszfalainak és másodlagos válaszfalainak kristályszerkezete ad szabályosan visszatérő rendszertani értékű változást.

Az $^{18}O/^{16}O$ oxigén izotóp módszer (UREY 1947) őshőmérséklet megállapítását teszi lehetővé. LOWENSTAM és EPSTEIN (1951, 1953) részletesen ismertették e módszer alkalmazásának lehetőségét és a vizsgálható ősmaradványokat. Elsősorban a Belemnites-féléket vizsgálták, és ezzel pl. a Belemnitesek évszakos váznövekedését tudták megállapítani. NAJDIN és TEJSZ (1966) hasonló vizsgálatokkal a Szovjetunió északi részének krétaidőszaki hőmérsékleti elemzését adták. Véleményem szerint reális eredmények elérése céljából ki kell terjeszteni a vizsgálatokat a kísérőfaunára, és kapcsolni kell más vizsgálati módszerekkel.

Az utóbbi években gyors fejlődésnek indult a röntgen kristályszerkezeti, nyomelem, izotópkémiai vizsgálatok alkalmazása élő és fosszilis anyagon. A héj kémiai és kristályszerkezeti vizsgálata a fiziológiai és ökológiai viszonyokra ad felvilágosítást. Ezekből a környezeti viszonyokra, mészkiválasztásra (héjképződés) tudunk következtetni. Az eddigi vizsgálatok szerint a tenger izotóptar-

talma jellemzően változott. Az ^{18}O növekedése mindig a hőmérséklet növekedésével függ össze.

LOWENSTAM (1954) a Bermudák környékén végzett élő anyag vizsgálatai alátámasztják azt a feltevést, hogy héjképződés csak bizonyos hőmérsékleten megy végbe. Az élő Brachiopodák a mai óceánokban a 30 C° hőmérsékleti sávban helyezkednek el, az Ostreák viszont a 31—34 C°-on is megélnek, ahol csökkentett vízmozgás van. Az Ostreák bentonikus életmódjuk miatt jó izotópikus összehasonlító anyag a Belemnites-félékkel. Az Ostreák általános hőmérsékleti elterjedése 19,3—34,8 C° között van, hasonlóan az Inoceramusokéhoz. Dél-Hollandiában a maesztrihti Inoceramusok öshőmérsékletét 34,8 C°-nak mérték, de ezt az utólagosan átalakult kalcit növelte így meg, ezért a 30 C°-on felüli eredmények kiesnek, és a 20—24 C° a reális.

A Mg jelenlétének röntgenspektroszkóppal történő megállapítása a mészvázakban lehetővé teszi a vizsgálatot anélkül, hogy az egyes komponenseket kémiailag szét kellene választani. A mészvázak Mg-tartalmát három fő tényező befolyásolja: a kristályszerkezet, a hőmérséklet és a filogenetikai állapot. Az aragonit héjban legfeljebb 1%, a kalcitos héjban 25—30 % is lehet a Mg.

A hőmérséklet és héjképződés körülményeire felvilágosítást ad a *kalcit/aragonit arányszám is*, melyet ugyancsak a röntgenspektroszkópiai módszerrel lehet megállapítani. Az aragonit mennyiségének viszonylagos növekedése a hőmérséklet emelkedését jelzi. Minthogy a Sr inkább az aragonit héjba épülhet be, a Sr/Ca arányból is ugyanez állapítható meg.

CHAVE (1954) foglalkozott a tengeri élőlények mészvázának $CaCO_3$ polimorfizmusával, vizsgálva az élő és fosszilis Alga, Korall, Bryozoa és Molluszka féléket. A Strombus gigas tiszta aragonit és az Ostrea lurida tiszta kalcit vázához viszonyította eredményeit. Azt találta, hogy a 100 % aragonit-tartalmú Anthozoa-félék trópusiak és zátonyképző formák; a zátonyképző formák csak 18 C°-on felül ismeretesek. Az aragonitot kiválasztó kagylók és csigák a szubtrópusi zátonyfácies jellemzői, és általában az aragonitos váz trópusi és szubtrópusi éghajlatot jelez, a kalcit megjelenése hőmérsékletcsökkenéssel van kapcsolatban. Egy fajon belül pl. az élő Mytilus edulis esetében többféle összetételű héj ismeretes, 100% aragonit esetében szubtrópusi, ha az aragonit csökken, a hőmérséklet lefelé kb. 22 C°-ra tendál. 58% aragonit tartalmú héj 19,8 C°-on, 91% aragonit 21,1 C°-nál jelentkezik. A héj kristályos összetételében, de különösen a héj vastagságában a sótartalomnak is fontos szerepe van.

A *Sr/Ca arány* megállapításával kimutatható a mai tengeri szervezeteknél, hogy a zátonyépítők vázaiban a Sr jobban rögzítődik. A Sr aragonit rácsba épülhet be inkább, míg a kisebb ion rádiuszú Mg a kalcit rácsba. A Sr felvétele elsősorban a tengervíz sókoncentrációjával, a Mg-é a hőmérsékletváltozással kapcsolatos.

CHAVE (1954) szerint az aragonit-tartalommal párhuzamosan emelkedő Sr mellett a Mn és Ba koncentráció is növekszik. De a Sr koncentráció növeke-

dését fokozza a vörös és barna Algák jelenléte. Ezért viszonylag alacsony tengervízi hőmérséklet esetében is lehet nagy Sr mennyiség, ha sok Alga van jelen.

Az esetleges hibás eredmények kiküszöbölése érdekében figyelembe kell venni zavaró tényezőket, pl. az O utólagos beépülését, az átkristályosodást, az izotóp fluktuációt. Ezért ajánlatos egyidejűleg többféle módszer alkalmazása.

A Rudisták esetében is a héjszerkezeti vizsgálatokon kívül eredményesnek ígérkezik a kristályos polimorf összetétel megállapítása, a Ca/Mg, Ca/Sr arány és esetleg néhány nyomelem koncentrációjának meghatározása. A Sr koncentráció meghatározása különösen fontos a zátonyfáciesben, ahol az alga telepek megjelenésével a Rudista telepek eltűnnek. A Rudisták zátonyainak életéhez a kékalgák jelenlétére van szükség, az oxigénkicserélődés meggyorsítása érdekében, míg a vörös algák jelenléte esetében elpusztulnak. Felvetődik a kérdés, hogy a tömeges alga vegetáció csupán a vízcirkulációt akadályozza meg, vagy a Sr koncentráció emelkedése vezet a Rudisták kihalásához. A vizsgálati módszereknek bevezetését a paleontológia mind több csoportjára kívánatos kiterjeszteni.

IRODALOM

Boden B. P.: Natural conservation of insular plankton. Nature **169,** 697, 1952.

Bowen R.: Palaeotemperature analysis of mesozoic Belemnoidea from Germany and Poland. Journ. of Geol. **69,** Bul. Geol. Soc. Amer. **72,** 1961.

Bowen R.: Oxygen isotopic palaeotemperature measurements an Cretaceous Belemnoidea from Europe. India and Japan, J. Paleontol. **35,** 5, 1961.

Boggild O. B.: The shell structure of the mollusks. Kong. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter Natur-vidensk. Math. ofd. **9,** 233—325, 1930.

Bradley D. E.: Quelques nouvelles techniques de repliques recentes en microscopie électroniques et corpusculaire. R. Coll. C. N. R. C.: Les Techniques, Toulouse, **4—3,** 145, 1955.

Bradley D. E.: IX. Replica techniques in applied electron microscopy. J. Royal Micr. Soc. **79,** 101—118, 1960.

Bütschli O.: Untersuchungen über organische Kalkgebilde nebst Bemerkungen über organische Kieselgebilde, insbesondere über das spezifische Gewicht in Beziehung zu der Struktur, die chemische Zusammensetzung und Anderes. Abhandl. k. Gesellsch. Wiss. Göttingen Math.-Phys. Kl. (2), **6,** 1—175, 1908.

Chave K. E.: Aspects of the biogeochemistry of magnesium. 1. Calcareous marine organism. Jour. Geol. **62,** 268—283, 1954.

Chilingar G. V.: Relationship between Ca/Mg ratio and geologic age. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists. **9,** 40, 1956.

Craig E.: Standard for reparting concentrations of D and ^{18}O in natural waters. Science 133, 1833, 1961.

Emiliani C.: Isotopic palaeotemperatures. Science, USA **154,** 851—857, 1966.

Epstein S. R.—Buchsbaum H. A.—Lowenstam H. A. — Urey H. C.: Revised carbonate — water isotopic temperature scale. Bull. Geol. Soc. America, **64,** 1315—26, 1953.

Grégorie Ch.: Sur la structure submicroscopique de la conchioline associed aux prismes des coquilles de mollusques. Bull. Inst. royal. Sc. natur Belgique **37,** 1—34, 1961.

Grégoire Ch.: On submicroscopic structure of the Nautilus shell. — Bulletin Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, **38,** 1—56, 1962.

Kessel E.: Zum Strukturproblemen der Molluskenschale. Zool. Anz. Ergsband zu Bol. **145,** 373—379, 1950.

Krejci-Graf K.: Geochemische Faziesdiagnostic. Freiberger Forschungsh. C. **224,** 80, 1966.

Lowenstam H. A.: Palaeobiologic implications of the measurement of palaeotemperatures. Bull. Geol. Soc. Amer. **59,** 1337, 1948.

Lowenstam H. A.: Factors affecting the aragonite: calcit ratios in carbonate secreting marine organisms. Journ. Geol. **62,** 284—322, 1954.

LOWENSTAM H. A. and EPSTEIN S.: Palaeotemperatures of the Post-Aptian Cretaceous as determined by the oxygen isotope method. Journ. Geol. **62**, 207—248, 1954.

LOWENSTAM H. A.: Mineralogy, $^{18}O/^{16}O$ ratios, and strontium and magnesium contents of recent and fossil Brachiopods and their bearing an the history of the oceans. Journ. Geol. **69**, 3, 1961.

LOWENSTAM H. A.: Palaeotemperatures of the Permian and Cretaceous Periods. „Problems in Palaeoclimatology, Proc. NATO paleoclimat. Conf. Univ. Newcastle, KYNE, 1963." Intersci. Publ. London 227—252 1964.

MCDONGALL—CAMPTON W.: Strontiumisotopen — Zusammensetzung und Kalium-Rubidium — Verhältnisse in einigen Gesteinen von Rennion und Rofrigner, Indischer Ozean. Nature, London **207**, 252—53, 1965.

MILOVANOVIC BR.: Paleobioloski i biostratigrafski problemi Rudista. Rasprave Geloskog Instituta Kralj. Jugoslavije Svenska II. Beograd 3—196, 1933.

MÜLLER F.: Über die Schalenbildung bei Lamellibranchiaten. Zool. Beitr. **1**, 206—241, 1885.

ODUM H. T.: Strontium biogeochemistry, ecosystems and paleoecological tools. Natl. Res. Conncil. Rept. Comm. on Treatise of Marine Ecology and Palaeoecology 1949, **10**, 55—58, 1950.

SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Geokémia. Akadémiai Kiadó, Budapest 1955.

TALESHWAR SHARMA—CLAYTON R. N.: Messung der $^{18}O/^{16}O$ Verhältnisse des Gesant-Sauer stoffe von Carbonaten. Geochim. Cosmochim. Acta **29**, 1347—53, 1965.

UREY H. G.—LOWENSTAM H. A.—EPSTEIN S.—MC.KINNEY C. R.: Measurement of palaeotemperatures and temperatures of the Upper Cretaceous of England, Denmark and the southeastern United States. Bull. Geol. Soc. Amer. **62**, 399—416, 1951.

WILBUR K. M.: Schell structure and mineralization in mollusks. Ed. Amer. Association forth Advancement of Science Washington D. C. **25**, 15—40, 1960.

A PALEOMÁGNESES VIZSGÁLATOK FÖLDTANI JELENTŐSÉGE

MÁRTONNÉ SZALAY EMŐKE

A földmágneses tér elemeinek obszervatóriumi mérése a Földnek néhány pontján is csak mindössze négyszáz évre tekint vissza (London, Párizs). Az egész Földre kiterjedő mérések mintegy száz éve folynak. Az obszervatóriumi adatok hívták fel a figyelmet arra, hogy a földmágneses tér időben változik.

Közvetlen megfigyelések hiányában a mágneses tér változását történelmi, történelem előtti és földtani idők folyamán olyan objektumok vizsgálatával nyomozzák, amelyek megőrizték az egykori földi mágneses tér irányát. Az égetett agyagtárgyak vizsgálata képet ad arról, hogyan változott a mágneses tér történelmi-történelem előtti időkben. Ismert korú és földtani helyzetű kőzetek remanens mágnesezettségének mérésével viszont nyomon követhetjük a mágneses tér változását a földtörténet folyamán olyan pontosan, amilyen pontosan ismert a vizsgált kőzetek kora.

Ahhoz, hogy a mai mágneses teret összehasonlíthassuk a korábbival, olyan modellt kell választanunk, amely helyesen írja le a földmágneses teret, és a tér átlagos változásait fejezi ki. Ilyen modell a Föld középpontjában elhelyezkedő, a forgástengely irányában álló mágneses dipólus (axiális geocentrikus dipólus).

Az obszervatóriumi megfigyelésekből és az archeomágneses adatokból a földmágneses tér évszázados változását ismerhetjük meg, a paleomágneses adatok ezen túl lassúbb változásokat is jeleznek: a földmágneses pólus vándorlását és polaritásának megcserélődését.

A paleomágneses mérés kiválasztott minták természetes remanens mágnesezettségi irányának és nagyságának meghatározásából, valamint a mágnesezettség primér és szekundér komponenseinek szétválasztásából áll. Kedvező esetben a természetes remanens mágnesezettség iránya megfelel az egykori földi mágneses tér irányának. Gyakran azonban az elsődleges mágnesezettséget elfedi a másodlagos, vagy a kőzet keletkezése idején létrejött mágnesezettség nem az egykori földi tér irányára jellemző. A három eset elkülönítése a mágnesezettséget hordozó ásvány mágneses és ásványtani tulajdonságainak vizsgálatát igényli.

A mérési eredményekből a mintákra a lokális mágneses teret jellemző deklináció és inklináció értékpárok határozhatók meg, majd az egy mintavételi

helyre jellemző közepes deklináció és inklináció. Különböző mintavételi helyekről származó minták eredményeinek összehasonlítására a paleopólusok szolgálnak, amelyeket a deklinációból és inklinációból számítunk ki a mai földrajzi koordináták felhasználásával, az axiális geocentrikus dipól modell segítségével (virtuális földmágneses pólus).

Mivel a mágneses tér változásának képét földtörténeti időkre kőzetek mágnesezettségének vizsgálatával rajzoljuk meg, a paleomágneses módszer arra is alkalmas, hogy a mágnesezettség vizsgálatával földtani információkat nyerjünk. Ebből a célból a mágneses tér változásának mindhárom korábban említett típusát felhasználhatjuk:

1. *Évszázados változás.* Az adott időszakra vonatkozó közepes mágneses pólust körbejárják az egyes időpontokra érvényes pólusok. Periódusa néhány száz év, mértéke 10—20° az átlagos irány körül.

2. *Pólusátfordulás.* A földmágneses pólusok polaritásának változása. Az az idő, amely alatt a tér megváltoztatja polaritását, nem ismert pontosan: HOSPERS (1954) szerint a Kenozoikumra $2-20\times10^3$ év. Az az idő viszont, amíg a tér egyenes vagy fordított polaritású, általában millió év nagyságrendű.

3. *Pólusvándorlás.* A közepes virtuális földmágneses pólus helyváltoztatása a földtörténet folyamán. Sebessége átlag 0,2°/mill év.

A módszert a következő földtani problémák megoldásában alkalmazhatjuk:

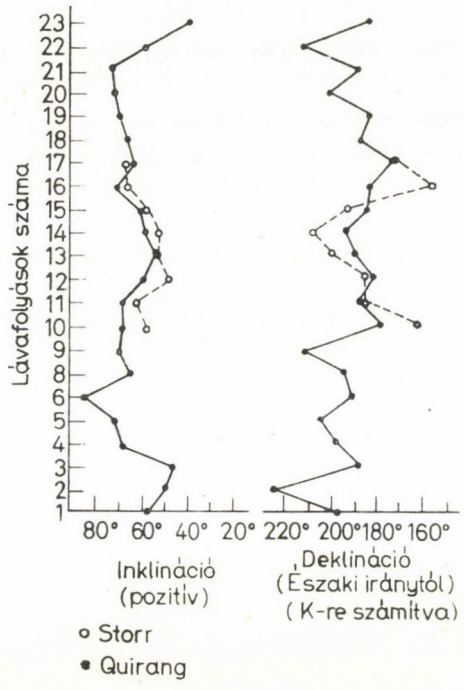
I. Sztratigráfiai korreláció

A mágneses tér átlagos változásainak mindhárom típusa felhasználható. A korrelációt általában más sztratigráfiai módszerekhez kapcsolódva végezhetjük. Regionális és interkontinentális méretű korreláció esetén különösen nagy jelentőségű a mai térrel megegyezően (normál) és ellentétesen (reverz) mágnesezett zónák váltakozása. A pólusfordulás planetáris jelenség és bármilyen, a földi mágneses tér szerkezetére vonatkozó elmélettől függetlenül az egész Földre érvényes normál és reverz szinteket szolgáltat.

A paleomágneses módszernek elsősorban a magmás kőzetek és a fosszíliamentes üledékes kőzetek (pl. prekambriumi vörös homokkövek) kormeghatározásában és egyes szintjeik azonosításában van nagy szerepe. (A prekambriumi képződmények esetében azonban fenntartással kezelendők az eredmények.)

a) Az évszázados változás alkalmazása

Ugyanabban a kőzetegységben az egymásra következő szintekben a mágnesettzetség irányai 10—20°-kal eltérnek az átlagos iránytól. A jelenséget általában az évszázados változásnak tulajdonítják. A változás az egész Földre kiterjed, alkalmazása mégis csak lokális jellegű problémák megoldásában lehetséges, mert a változás hulláma térben eltolódva jelentkezik.



1. ábra

A korrelációt az évszázados változás alapján csak olyankor lehet elvégezni, amikor a részleteiben azonosítandó rétegsorok folyamatosak és egykorúak.

Kahn (1960) korrelálta a fenti módszerrel Sky harmadkori lávafolyásait (1. ábra). A Storr és a Quirang szelvények egymástól 15 km távolságra vannak és körülbelül egykorúak. Korrelációjukat szintről szintre normál geológiai módszerekkel nem tudták elvégezni, a paleomágneses deklináció és inklináció alapján azonban igen. A korrelációnak az ábrán bemutatott módja a leginkább szignifikáns, ezért feleltették meg a Quirang legidősebb lávafolyását a Storr 10. lávafolyásának.

b) A térfordulások alkalmazása

A módszer lényege az, hogy a megfelelő normál és reverz szinteket identifikáljuk különböző szelvényekben. Akkor a legkedvezőbb a helyzet, ha az azonos polaritású rétegek geológiai periódussal összehasonlítható időközt jelentenek. Minthogy a normál és fordított mágnesezettségű zónák váltakozása ismétlődik a földtörténet folyamán, a térfordulások módszerét csak akkor használhatjuk, ha közelítőleg ismert a vizsgált képződmények kora. Ha egy koron belül többször változik a polaritás, akkor más módszerrel megadott támpontokra is szükség van az azonosításhoz (pl. őslénytani, rádióaktív kormeghatározás).

1. táblázat

Paleomágneses sztratigráfiai alapskála Izlandra (Hospers 1953—54)

Történelmi lávafolyások 1729—1948	+
Posztglaciális lávafolyások 2000—7000	+
Interglaciális lávafolyások és szedimentek kb. 150 000 év	+
Palegonit formáció: a vizsgált rész kb. 0,5 millió év	+
Alsó quarter láva folyások és szedimentek 0,5—1 millió év	—
— hézag —	
Pliocén szedimentek és láva folyások	+
2—12 millió év	—
— hézag —	
Tercier lávafolyások (és néhány szediment)	—
valószínűleg miocén 12—26 millió év	+
	—
	+

2. táblázat

Váltakozó polaritású zónák a Centrális Masszívumra
(Roche 1950, 1951, 1956, 1958, 1960) Fourmarier (1950)

kor	polaritás
felső pleisztocén	+
alsó pleisztocén	—
Pliocén	
villafrankai	—
aszti	?
piacsenzai	—
Miocén	
ponti	+ és —
vindobonai	?
burdigalai	+
Oligocén	
aquitáni	—
sztampi	—
sannoisi	?

Paleomágneses vizsgálatokat összesítve Hospers (1953—54) elkészítette Izlandra a paleomágneses sztratigráfiai alapskálát (harmad-negyedkor). (1. táblázat). A pozitív (N) és negatív polaritású (R) zónák váltakozásának jelölésére az N_1 R_1 N_2 R_2 jelölést javasolta. A Centrális Masszívumra hasonló korú képződmények alapján kapott paleomágneses szinteket (2. táblázat) az izlandival korrelálva, Rutten és Wensink (1960) megállapították, hogy az izlandi N_2 paleomágneses zónának Franciaországban az aszti emelet a megfelelője, míg az R_1-nek a villafrankai. Ugyancsak ők javasolták az N_2-ből az R_1-be történő zónaváltást a harmad-negyedkor határaként.

Hawai-szigeti és kaliforniai paleomágneses vizsgálatok szintén térfordulásokat rögzítettek hasonló korú kőzetekben, és a paleomágneses zónákhoz az időskálát radioaktív kormeghatározással állapították meg (Mcdougall—Tarling 1963). Szerintük az R_1N_1 határ 1 millió év (újabban 750 000 év: Cox A. — Dalrimpe C.B., 1967), az N_2R_1 határ kb. 2,5 millió év, tehát a Rutten-Wensink-féle harmad-negyedkor határ 2,5 millió év volna.

A harmad-negyedkorra érvényes paleomágneses zónabeosztás segítségével sorolta MÁRTON P. és M. SZALAY E. (1967, 1968), fordított mágnesezettségük és magasabb térszíni helyzetük alapján, a dunántúli bazaltok egy részét (Badacsony, Haláp, Kabhegy, stb.) az R_1, az egyenesen mágnesezett, részben denudált térszínen elhelyezkedő Tátika-csoportot az N_1 zónába.

Említett szerzők Mátra-hegységi ismert korú és földtani helyzetű kőzetek alapján paleomágneses sztratigráfiai skálát készítettek a középső miocénre, és ennek segítségével megállapították, hogy a cserháti vulkanizmus, amely genetikailag szorosan összefügg a mátraival (SZÁDECZKY-KARDOSS et al. 1967) a mátrai középső andezittel párhuzamosítható a bronzitos piroxénandezit szinttől a mikroandezitig bezárólag (3. táblázat).

3. táblázat

Emelet	A vulkáni kitörési sorrend a Mátrában		Mátra	Polaritás	Zóna	Polaritás	Cserhát
szarmata	felső andezit		Nyesettvár Rudolftanya	+ +	N		
tortonai	középső andezit	mikroandezit	Mátrakeresztes	—	R	—	Zsuny
		üreges andezit	Mátrakeresztes	—		—	Kisgéc
		amafitos andezit				— —	Szanda-hegy Berceli-hegy
		augital apanyagú andezit				—	
		bronzitos piroxénandezit	Tippanos	—			Barát hegy
		hipersztén andezit	Csókakő alja Csörgő patak	+ +	N		
helvéti	alsó andezit		Ágasvár	—	R		

c) A pólusvándorlás jelenségének alkalmazása

Említettük, hogy a pólusvándorlás átlagos sebessége 0,2°/millió év. Az egy-egy földtörténeti korra vonatkozó közepes pólus meghatározásában 10°-nál nagyobb pontosság nem érhető el, a módszer ezért csak nagy (50 millió év nagyságrendű) korkülönbségek meghatározására használható. A módszer két lépcsőben alkalmazható. Az első az átlagos irányok közvetlen összehasonlítása. Alkalmazhatósági határa 1000 km: ezen belül a mágneses tér változása kisebb, mint az irány meghatározásának hibája.

A másik, nagyobb területre kiterjedő összehasonlítást paleopólusok segítségével végezhetjük el olyan területeken, amelyek nem mozdultak el egymás-

hoz képest. Az axiális geocentrikus dipólus modell feltételezésével viszont rekonstruálni tudjuk a kontinensek egymáshoz és a paleomágneses tengelyekhez viszonyított helyzetét. Ezzel egységes irányváltozási skála állapítható meg minden kontinensre.

LAROCHELLE (1961) vizsgálta a Montreal melletti Monteregian Hills elszigetelt intruzivumait. Ezek a testek kambriumi és ordoviciumi üledékes kőzetekbe nyomultak be. Tőlük keletre helyezkedik el a Mt. Megantic, és kőzettani hasonlóság alapján egykorúnak tekintik az egész csoportot. Remanens mágnesezettségük iránya jól megegyezik egymással, ezért a paleomágneses vizsgálat is alátámasztja egykorúságukat. Földtani adatok alapján a képződmények kora felső ordovicium vagy annál fiatalabb. Pontosabb kormeghatározás céljából a képződmények mágnesezettségének irányát összehasonlíttották Észak-Amerikában különböző korú képződmények mágnesezettségének irányával. Mivel az egymással összehasonlítandó helyek távol vannak egymástól, kiszámították a paleopólusokat. A Monteregian Hillsre és a Mt. Meganticra érvényes pólushelyzetek különböznek az észak-amerikai triász és harmadkori pólusoktól, és a kréta korú dakota homokkőre érvényes pólussal egyeznek meg. A jura paleopólust nem ismerik Észak-Amerikára, ezért az intruzívumok jura korúak is lehetnek a paleomágneses vizsgálat alapján.

Még pontosabb besorolást tett lehetővé a rádióaktív kormeghatározás amely középső kréta kort adott.

II. Lokális és nagytektonikai kérdések

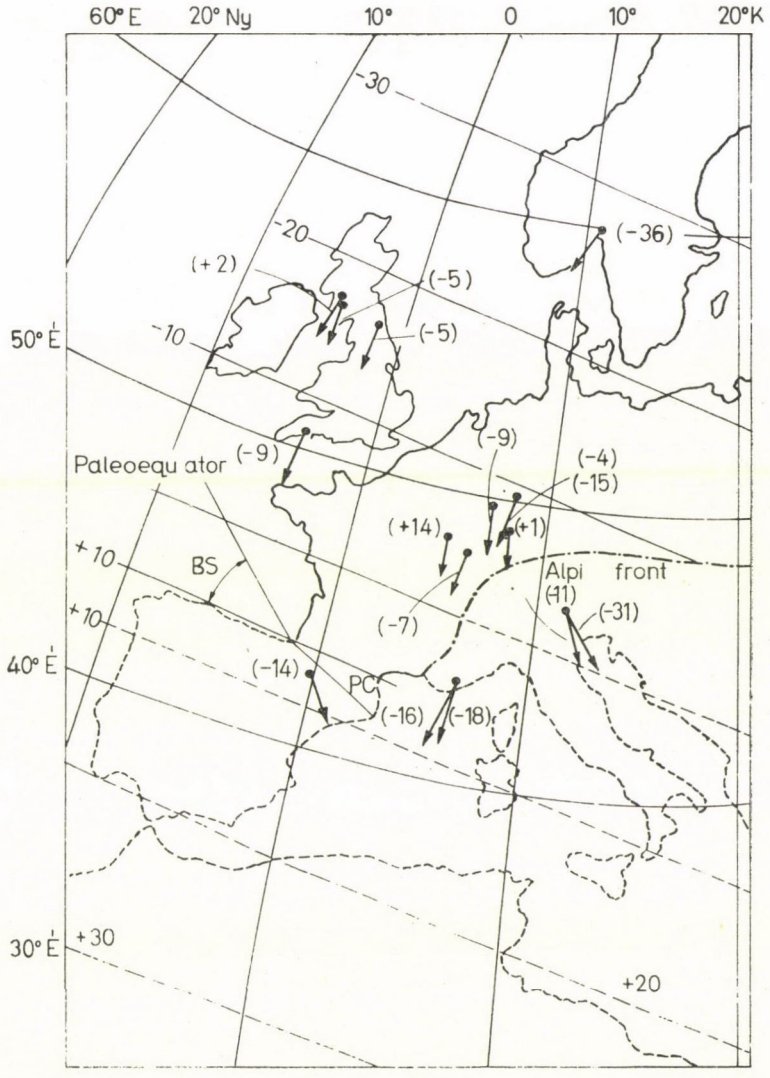
Azonos korú képződmények elsődleges mágnesezettsége alapján kiszámított mágneses tengelyirányban az évszázados változást meghaladó eltérés azt mutatja, hogy a képződmény tektonikai helyzete a kőzet keletkezése óta megváltozott. A pusztán függőleges irányú mozgások nem befolyásolják a mágnesezettség irányát. A billenés a deklináció és inklináció egyidejű megváltozásával jár. (Speciális esetben, amikor a mágnesezettség iránya és a függőleges által meghatározott síkban mozdul el a mágneses vektor, csak a inklináció változik). A forgómozgás a deklináció megváltozásában jelentkezik. Egy mintavételi helyhez képest a másik elmozdulását paleomágneses deklináció és inklináció értékeik közvetlen összehasonlításával lehet meghatározni.

Nagytektonikai mozgások megállapításánál olyan mintacsoportokat használnak fel, amelyekre már alkalmazták a szükséges helyi tektonikai korrekciót. Mivel a közepes deklinációt és inklinációt több mintavételi hely alapján számítják, az évszázados változás okozta eltérések kiátlagolhatók.

A regionális mozgások mértékének meghatározására a szóban forgó időszakra érvényes pólushelyzet alapján kiszámítják a kérdéses területre a paleomágneses deklinációt és inklinációt, és ezt hasonlítják össze a kőzetegységre

érvényes deklináció és inklináció értékekkel. Az eltérésből meghatározható a kőzetegység mozgásának jellege és mértéke.

Skócia, Franciaország, Norvégia, Németország és a Szovjetunió permi mágneses pólusai jól megegyeznek egymással. Ezek az eredmények az északeurópai, ún. stabil blokkból származnak. Abban az értelemben stabil ez a terület, hogy a felsőkarbon óta nem vett részt nagy orogenetikus mozgásokban. A déleurópai harmadkori deformáció zónájából származó minták sokkal nagyobb szórást mutatnak. A vizsgált kőzetek kora csak közelítőleg ismert, való-



2. ábra. A nyilak a deklináció irányát, a zárójelben levő értékek a hozzájuk tartozó inklinációértéket adják. A paleoizoklineket a 43° É 169,5 K közepes pólusból számították

színűleg felső permiek. A stabil blokkból és a mozgékony zónákból származó minták deklináció és inklináció értékei egyaránt eltérnek egymástól, ebben az esetben azonban az eltéréseket külön-külön vizsgálták, mert különböző eredetűek.

Az inklinációban mutatkozó rendellenességet azzal magyarázták, hogy egyrészt a mintákat nem tisztították meg a másodlagos mágneses komponensektől, másrészt a helyi tektonikai korrekció nem tökéletes. Ugyancsak ez az oka a déleurópai mozgékony zónából származó minták deklináció eltérésének is, kivéve az Ibériai félszigetet. A 2. ábrán látható, hogy az Ibériai félszigeten permi képződmények alapján meghatározott deklináció iránya jelentősen eltér az északeurópai irányoktól. Hasonló a kép a triászban is, bár innen lényegesen kevesebb adatunk van. CAREY ebből arra következtetett, hogy a félsziget a mezozoikum óta 35°-ot fordult el Európához képest az óramutató járásával ellentétes irányban (IRVING 1964).

A Mátra hegység vulkáni képződményeinek délies irányú dőléséből SZÁDECZKY—KARDOSS E. (1959) a hegységnek az Alföld felé történt billenésére következtetett. A paleomágneses mérések azt mutatták, hogy az Európára érvényes közepes miocén pólusból számított és a mátrai mérésekből meghatározott közepes inklináció eltérést mutat, míg a deklinációk közel megegyeznek. A két irány (európai és mátrai) a Mátra hegység délies irányban történő 16°-os billentésével fedésbe hozható, amely a hegység korábban megállapított mozgásának paleomágneses bizonyítéka (MÁRTON P. — M.SZALAY E. 1968).

III. Kontinensvándorlás

Az eddigi paleomágneses mérések azt mutatták, hogy a különböző kontinensekre egykorú kőzetek alapján meghatározott közepes virtuális mágneses pólusok eltérnek egymástól, míg az egy kontinensről származó minták alapján meghatározott paleopólusok a pleisztocénre meghatározott pólusokéhoz hasonló, jó egyezést mutatnak. Az axiális geocentrikus dipólus modell feltételezésével a kézenfekvő magyarázat a kontinensek relatív helyzetváltoztatása.

A különböző földrészekre negyedkori és alsó harmadkori képződmények alapján meghatározott pólusok megegyeznek egymással. Az alsó harmadkortól kezdve egyre nagyobb az eltérés a különböző kontinensekre érvényes paleopólusok között.

A paleomágneses mérések csak a felső paleozeikummal bezárólag szolgáltatnak megbízható eredményeket. Az alsó paleozoikumból és a prekambriumból elég kevés adat van, és ezek sem eléggé megbízhatóak.

A különböző kontinensekre, ugyanarra a földtörténeti időszakra érvényes paleopólusok alapján rekonstruálható a kontinensek egymáshoz viszonyított helyzete, és a pólusvándorlási görbék alapján a kontinensek vándorlása. Az így kapott eredményeket az ún. paleoklimatológiai indikátorokkal hasonlítják összse (eljegesedési nyomok, sóüledékek, korallok elterjedése stb). A paleomágneses

és paleoklimatológiai bizonyítékok egymástól független vizsgálat eredményei, ezért a kettő egyezése esetén helyesnek tekintik a rekonstrukciót.

IRVING (1964) vizsgálta Ausztrália helyzetét a mágneses pólusokhoz viszonyítva, és összehasonlította a pólushelyzetekből számolt paleoszélességeket az éghajlatjelző képződmények elterjedésével.

A paleozoikum alsó részén, a devonban és az alsó karbonban Ausztrália kis szélességeken helyezkedett el. Ennek megfelelően elterjedtek a vörös színű kőzetek, mészkövek és dolomitok korallokkal, (a kambriumban evaporitok is). A felső karbonban és a permben glaciális eredetű rétegek vannak, megfelelően a nagy paleoszélességnek. Éles ellentét van tehát az alsó karbon meleg éghajlata és a felső karbon eljegesedés között, amely azt indikálja, hogy Ausztrália paleoszélessége a karbon folyamán változott meg. A triászban mérsékelt éghajlat uralkodott, jól definiálható évszakváltakozással. A jurából csak kevés éghajlatjelző üledéket ismernek: a növényzet nedves, hűvös éghajlatra enged következtetni. A krétában mérsékelten meleg vizet jelez a gazdag foraminiferafauna, ami ellentmondásban van a paleomágneses adatokkal, mert utóbbiak szerint a mezozoikumban Ausztrália legkisebb paleoszélessége is 50° volt.

A harmadkorban már egyre melegebb éghajlatot jeleznek a pelaoklimatogiai indikátorok, amely megfelel Ausztrália egyre csökkenő földrajzi szélességének.

A paleomágneses mérési eredmények a kontinens vándorlásán kívül annak óramutató járásával megegyező irányban végzett 90°-os forgását is jelzik.

IV. Kőzettéválással és kőzetfejlődéssel kapcsolatos kérdések

A kőzetek mágneses tulajdonságait a mágnesezettséget hordozó ásvány keletkezése és utólagos átalakulása határozza meg, ezért a paleomágneses vizsgálatok gyakran felvilágosítást adnak a kőzettéválás és kőzetfejlődés folyamatáról. Az alkalmazási lehetőség ezen a körön belül nagyon szerteágazó, de az eredmények értelmezése minden esetben szorosan összefügg a kőzet keletkezéséről és történetéről alkotott földtani elképzelésekkel, ezekre pozitív vagy negatív választ ad.

a) *Klasztikus vulkanitok képződési hőmérsékletének megállapítására* felhasználhatók a piroklasztikumok, amelyek némelyike, mint pl. a tufa, horzsakő, csak kevéssel alacsonyabb hőmérsékleten keletkezett, mint a magma. Az agglomerátum, iszapfolyás viszont az atmoszféra hőmérsékletéhez közeli hőmérsékleten rakódtak le. ARAMAKI és AKIMOTO (1957) adtak kritériumot a típusok elkülönítésére: ha a kőzetdarabok Curie-pontja feletti hőmérsékleten rakódtak le, mágnesezettségük iránya párhuzamos egymással, ha viszont a lerakódás előtt jóval Curie-pontjuk alá hűltek, a remanens mágnesezettség irányai szórnak. Mai japán vulkanitokon azt találták, hogy a „nuée ardente" lerakódásokból vett minták egységesen a mai tér irányába mutatnak, tehát a mágnesezettséget

hordozó ásványuk Curie-pontjánál magasabb hőmérsékleten (>400°C) vagy akörül keletkeztek. Recens iszapfolyásokból vett minták viszont nem adtak jól definiált irányt, tehát a ferromágneses ásvány Curie-pontjánál jóval alacsonyabb hőmérsékleten rakódtak le.

b) *Intruzív és extruzív vulkáni testek elkülönítése* a következő meggondolások alapján lehetséges. Akár intruzív, akár extruzív a test, az alsó kontaktus egyforma. A felső kontaktuson a felmelegedés jelei látszanak, ha intruzív, ha extruzív, akkor nem. Néha a fedő kőzetben a magmás test törmelékei megtalálhatók, ez az extruzív jelleg konkrét bizonyítéka. Ennek hiányában a felső kontaktus vizsgálata adhat eredményt. A két esetet azonban gyakran nehéz megkülönböztetni.

A két eset elkülönítésére EVERITT (1960) adott paleomágneses kritériumot: ha a kőzettest intruzív, a felső kontaktus ugyanolyan irányt ad, mint a magmás test, ellenkező esetben nincs irányegyezés. Ha a két test keletkezése között eltelt időben nem változott a mágneses tér, nincs kontraszt a mágnesezettség irányában, ilyenkor félrevezető lehet az eredmény.

IRODALOM

1. ARAMAKI S.—AKIMOTO S.: Temperature estimation of piroclastic deposits by natural remanent magnetism. Amer. J. Sci. **255,** 619—627, 1957.
2. COX A.,—DALRYMPLE G. B.: Statistical analysis of geomagnetic reversal data and the precision of potassium-argon dating. J. Geophys Res. **72,** 10, 2603, 1967.
3. EVERITT G. W. F.: Rock-magnetism and the origin of the Midland Basalts. Geophys. J. **3,** 203—210, 1960.
4. IRVING E.: Palaeomagnetism. John Wiley, New York, London, Sydney, 1964.
5. KHAN M. A.: The remanent magnetization of the basic Tertiary igneous rocks of Skye. Inverness-shire, Geophys. J. **3,** 45—62, 1960.
6. LAROCHELLE A.: Application of palaeomagnetism to geological correlation. Nature **192,** 37—39, 1961.
7. MÁRTON P.—SZALAY E.: Paleomágneses vizsgálatok hazai bazaltkőzeteken. Magyar Geofizika **VIII,** 2—3, 67—76, 1967.
8. MÁRTON P.—SZALAY E.: Paläomagnetische Untersuchungen der Basaltlaven von Ungarn Acta Geol. Hung. **12,** 1968.
9. MÁRTON P.—SZALAY E.: Áttekintő paleomágneses vizsgálatok Mátra hegységi andeziteken. Földt. Közl. (sajtó alatt).
10. MÁRTON P.—SZALAY E.: Cserhát hegységi andezitek áttekintő paleomágneses vizsgálata. Magyar Geofizika (sajtó alatt)
11. MÁRTON P.—SZALAY E.: A hazai paleomágneses kutatások földtani eredményei. Előadás a Magyar Geofizikusok Egyesülete XIII. Szimpoziumán 1968.
12. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A Kárpáti közbenső tömeg magmás mechanizmusáról. MTA Geokémiai Konferencia, Budapest 1959.
13. SZÁDECZKY-KARDOSS E. et al.: A Mátra hegység neogén vulkanizmusa. MTA Geokémiai Konferencia, Budapest 1959.
14. SZÁDECZKY-KARDOSS E.—PANTÓ GY.—PÓKA T.—PANTÓ G.—SZÉKY-FUX V. — KISS J.—KUBOVICS I.: Die Neovulkanite Ungarns. Acta Geol. **11,** 161—180, 1967.

A PALEOBOTANIKA HELYZETE ÉS FELADATA MAGYARORSZÁGON

NAGY LÁSZLÓNÉ

A BIOLÓGIAI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A paleobotanika tudományként való művelése 140 évre nyúlik vissza. Paleobotanikai leleteket azonban már i.e. 540-ből számon tart a kultúra története (XENOPHANES).

A paleobotanika — a makrofossziliákat feldolgozó ága mellett — a következő legfontosabb tudományágakra oszlik:

Mikroplanktonkutatás (ami a zoológiához is kapcsolódik), *Coccolithophoridaceae* vizsgálat, *diatoma*kutatás, *palinológia* (sporológia, spóra-pollenanalízis), *xylotomia.*

Az első paleobotanikai művek hazánkban 1856-ban KOVÁTS Gyula tollából kerültek ki, Erdőbénye és Tállya szarmata flórájával foglalkoznak. STUR D., (1867), UNGER F., (1869), FÉLIX J. (1884—1894), főleg fatörzsvizsgálatokkal járultak hozzá a magyarországi tercier növényzet ismeretéhez. A múlt század végének legaktívabb paleontológus kutatója STAUB MÓRICZ volt. Számos közleményében adott képet a Kárpát-medence harmadkori flóráiról (1881—1889).

Ugyancsak a múlt századra nyúlnak vissza az első hazai palinológiai munkák is. Az első megjelent dolgozatokban recens pollenmorfológiai leírásokat találunk. JURÁNYI LAJOS spóra- és pollenfejlődéstani tanulmányaiban (1870—1888) néhány spóra és pollen részletes morfológiai leírását adja. Az első magyar, céljában is pollenmorfológiai munkát BALÁZS ISTVÁN írta (1896), aki általánosan — pollenre vonatkozó — alapismeretek után 64 Angiospermae család pollenjeinek morfológiai leírását adta.

Az első hazai fosszilis Diatoma adatok EHRENBERG CH.G.-től (1837) származnak. Az alapvető, ma is világszerte ismert munka PANTOCSEK JÓZSEF háromkötetes munkája: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillarien Ungarns (1886—1905).

A század elején TUZSON JÁNOS 1901—1929 között megjelent műveiben több nevezetes fosszilis anyagot írt le, többek között a Pinus tarnocensis-t. JABLONSZKY J. 1914-ben „A tarnócai mediterrán flóráról" c. dolgozatában az ipolytarnóci makroflórát dolgozza fel, és a flóra alapján ökológiai és klima-

* A cikkhez tartozó részletes irodalomjegyzék szerkesztőségünkben az érdeklődők számára hozzáférhető.

tológiai következtetéseket is levont. SZEPESFALVY J. 1928-ban — az Alföld foszszilis flórájáról — írott műve csatlakozik ezekhez. A kor szintjének megfelelő, ma is kútfőként felhasználható művek.

A két világháború között először néhány recens anyaggal és azok élettani vonatkozásaival foglalkozó munka jelent meg, főleg GREGUSS PÁL-tól (1925, 1927, 1928, 1929).

A tulajdonképpen paleopalinológiai vizsgálatok — nálunk is ugyanúgy mint külföldön — negyedkori lápkutatásokkal kezdődtek. 1929-ben SOÓ REZSŐ segítségével indult meg a dunántúli, Balaton környéki és sárréti lápok pollenanalitikai vizsgálata (KINTZLER O. 1936) és 1930-ban egyik művében külön fejezetet szentelt a pollenanalízisnek, a magyar medencét övező hegyvidék postglaciális vegetációtörténetét táblázatosan áttekintve.

Hazánkban ZÓLYOMI BÁLINT alkalmazta először — vegetációtörténettel kapcsolatosan — a palinológia statisztikus értékelési módszerét (1931). Lápokból fúrásszelvényeket dolgoz fel, és diagramban ábrázolva értékeli a poszt-pleisztocén erdő- és klímafejlődési korszakokat. A „Tízezer év története virágporszemekben" c. 1936-os dolgozata a Kárpát-medence posztglaciális erdőtakarójának kialakulását rajzolta meg.

Tercier (eocén) spóra-vizsgálatokat Magyarországon először J.GELLETICH végzett R.POTONIÉ vezetésével (1932).

1937-ben ad hírt az első pliocénkorú, hazai pollenleleteiről ZÓLYOMI B. vizsgálatai alapján FRANZ H , HÖFLER K., SCHERF E.

1940-ben két cikk jelent meg GREGUSS PÁLtól a Szeged-öthalmi mammut és szénlelet pollenanalitikai vizsgálatával kapcsolatosan, amelyeket „A középeurópai harasztok spórái" c. mű követ 1941-ben.

A palinológiai dolgozatokkal csaknem egyidejűleg jelentek meg az első xilotomiai, illetőleg antrakotomiai tárgyú dolgozatok hazánkban, amelyek HOLLENDONNER F. (1926, 1930a, b, 1931, 1934, 1935a, b, 1940), HARASZTY Á. (1933), SÁRKÁNY S. (1939, 1943) és GREGUSS PÁL (1943) nevéhez fűződnek. Mindezeket összefoglalóan értékelte SOÓ R. (1940).

A felszabadulás után ezek a tudományágak is soha nem látott virágzásnak indultak. Harmadkori makroflóra feldolgozások jelentős eredményeket értek el (RÁSKY K. 1945).

Az ötvenes években számos hazai harmadidőszaki makrolelet leírása és értékelése ANDREÁNSZKY G. nevéhez fűződik (1949a, b, 1951a—c, 1952a, b, 1953a, b, 1955a, 1956a, b, c, 1959, 1961, 1963a, b, 1966). Hézagpótló az 1954-ben megjelent Ősnövénytan c. egyetemi tankönyve és kézikönyve. A mű a hazánkban domináló harmadkori leletekre helyezi a fő súlyt. Fontos alapflórákat közöl ANDREÁNSZKY G. és KOVÁCS É. (1955). Szarmata emeleti flórákat szintetizáló műve jó összefoglalót ad az egész hazai miocén flórafejlődésről is (1959). Az egri téglagyári anyag alapján magyarországi felsőoligocénkori flóráról kisebb monográfiát ad (1966). A hazai jelentősebb harmadidőszaki makrofosszilia lelő-

helyeket PÁLFALVY I. (1951—1966), KOVÁCS É. (1955, 1958), CZIFFERY G. (1955—1966), HORVÁTH E. (1954, 1964), RÁSKY K. (1949, 1958a, b, c) dolgozták fel. A mecseki liász makroflórát NAGY I.Z. (1961) írta le és értékelte.

Az ipolytarnóci flórák fatörzseit GREGUSS PÁL dolgozta fel 1954-ben. GREGUSS PÁL recens fák xylotomiai feldolgozásait határozókönyvül alkalmazzák fosszilis fák feldolgozásánál (1955—1968).

Xylotomiai művek — egyes leletek feldolgozásával — főleg a fiatal harmadkorra (HARASZTY Á. — 1953—1958), valamint negyedkori barlangleletek antraktomiai vizsgálataira (SÁRKÁNY F. — STIEBER J. 1952, RÁKOSI L. 1960, 1962) vonatkoznak.

A felszabadulás után indult hatalmas fejlődésnek hazánkban a palinológiakutatás is. ZÓLYOMI BÁLINT 1952-ben egyesítette a Kis- és Nagymohos szelvényeit, és ezzel az egész holocén és pleisztocén-határt átfogó pollendiagrammot adott. A Balatonban végzett fúrások rétegsorainak értékelése alapján pedig a hazai jégkor utáni növénytakaró fejlődéstörténetének komplex vizsgálati eredményeit foglalta össze (1952). 1958-ban a klíma- és növénytakaró változások újabb értékelését közölte faszénmaradványok, valamint saját pollenanalitikai és botanikai eredményei alapján.

Az Alföld északkeleti részében posztglaciális pollen-vizsgálatokkal foglalkozott CSINÁDY G. (1953, 1954), VOZÁRY E. (1957), BORSY ZOLTÁNNÉ és BORSY ZOLTÁN (1955—1959).

A hazai rendszeres, sokoldalú palinológiai kutatás a Magyar Állami Földtani Intézetben indult meg. Ehhez kapcsolódnak a szegedi egyetem és a komlói anyagfeldolgozó laboratórium vizsgálatai. A palinológiai kutatások egyrészt időegységenként megosztottak, s másrészt a területi térképezéshez kapcsolódnak.

A paleozoikummal DEÁK M. (1959) és STUHL Á. (1962), a bakonyi triászkori rétegekkel GÓCZÁN F. és B.S. VENKATACHALA (1964), a mecseki liászkori feketekőszén telepazonosításával és kőzetgenetikájával GÓCZÁN F. (1956) és BÓNA J. (1963, 1966), az urkúti mangánösszlet anyagával KEDVES M., SIMONCSICS P. (1961, 1964), a krétaidőszaki rétegekkel főleg a Bakony hegységi anyagokhoz, köztük a bauxithoz is kapcsolódva DEÁK M. (1957, 1960, 1962, 1964) foglalkoztak. A felsőkréta spóra-pollenanyag dominancia viszonyainak emeletenként való értékelése lehetővé tette a bakonyi felső-kréta sztratigrafiai táblázat elkészítését (GÓCZÁN F. 1961, 1964).

Eocén, oligocén kutatások elsősorban a dorogi és a szomszédos eocén-oligocén kőszénmedencében folynak (KEDVES M. 1960, 1961a-d, 1962, KRIVÁN E. 1961, RÁKOSI L. 1963, 1966, 1968). Felső-oligocénkori áttekintő vizsgálatok Eger téglagyári feltárásában történtek, mikro- és makroflorisztikai anyag közös értékelésével (NAGY L.-né és PÁLFALVY I. 1963). A Salgótarján környéki helvét emeleti barnakőszénterület palinológiai vizsgálatát SIMONCSICS P. végezte (1956, 1959, 1960, 1966). A Bakony hegységben levő miocénkori rétegeket NAGY

L.-né (1962), KEDVES M. (1959), NAGY L.-né és RÁKOSI L. (1966), a Mecsek hegység neogén rétegek spóra-pollenanyagának monografikus feldolgozásával NAGY L.-né (1960, 1962, 1963, 1965, 1967, 1968), a felső pannon monografikus palinológiai feldolgozásával (Mátraalja, főleg Petőfibánya barnakőszén összlet) NAGY L.-né (1958, 1959) foglalkoztak.

Pleisztocénkori rétegek kutatása, főleg a Nagy-Alföld fúrásos vizsgálata, is folyamatban van a MÁFI-ban, a budapesti és szegedi egyetemeken (MIHÁLTZ I.-né 1966, J. KOMLÓDI M. 1965, 1966, 1968).

Az ország egész területéről és majdnem minden geológiai időszakból történtek mikroplankton és Coccolithophoridaceae vizsgálatok. (BÁLDI T.-né 1960, 1964, BÓNA J. 1963, GÓCZÁN F. 1962, KEDVES M. 1962, KRIVÁNné 1963., NAGY L.-né 1965, 1966, 1967). A diatoma vizsgálatok a Mátra és Mecsek miocénkori kovaföld területeivel, ill. a Budapest környéki holocénnel (HAJÓS M. 1958, 1962, 1963, 1964, 1965a, b, és HAJÓS és PÁLFALVY 1961, 1964a, b kapcsolatosak.

A 110 éves hazai paleobotanikai kutatás első szakasza az 1920-as évekig tart, és a kor színvonalának megfelelően inkább leíró jellegű, ha értékeléseket is tartalmaz, de még nem rendszeres.

A felszabadulásig tartó második szakaszban több kutatási irányban, modernebb módszerekkel, de még kevéssé tervszerűen folyik a paleobotanikai kutatás.

Céltudatosabb, tervszerűbb kutatás a felszabadulás után indult meg. A paleobotanikai kutatók száma jóval nagyobb, és a módszerek sok vonatkozásban újak.

A mai helyzetet a következőkben lehet jellemezni a paleobotanika fontosabb, művelt ágaiban:

A makrofosszilia kutatásnak négy központja van, ahol főleg a hazánkban leggyakoribb harmadkori levélmaradványok feldolgozása folyik. A tercier makrofossziliák kutatása világviszonylatban is erősen kifejlődött, túl van a nagy fajleírási perióduson. A recens anyaggal való összehasonlítás alapján, az eddigi eredmények finomítása van folyamatban. A külföldi kutatásokhoz hasonlóan filogenetikai, paleoklimatológiai, cönológiai értékelő szakaszba lépett. Kezdeményezések történtek statisztikus, mennyiségi értékelésre is. Kívánatos lenne méretvariációs értékelésre is rátérni. A fossziliák megtartási állapota miatt nálunk — a külföldön nagyon bevált kutikulaanalízis — nem párosul a morfológiai vizsgálatokkal.

A palinológiának hat központja van hazánkban. A kutatások geológiai időegységenként, s ezen belül területegységenként különülnek el érdemleges munkamegosztással, a MÁFI, a budapesti és szegedi egyetem palinológusai között. A vizsgálatok még egyetlen területen sem tekinthetők teljesen lezártnak. Az aránylag gyors adatszolgáltatás miatt nagy az igény a palinológiai kutatásokkal szemben. Sokrétű feladataik miatt azonban a kutatók fele nem

főhivatásszerűen műveli a témáját. A még csak egyes részleteiben ismert hazai mediterrán kifejlődésű flóra a hosszabb időt igénybevevő alapflórák leírását igényli.

Ezekből adódóan versenyfutásszerűen folyó munka jellemzi vizsgálatainkat:

1. kielégíteni az igényeket,
2. ugyanakkor a korszerű ismeretek alapján, finomszerkezeti és morfológiai vizsgálati alapon dolgozni,
3. a harmadkorban a lehetőség szerinti botanikai alapokra helyezkedni, a makrofossziliák adataival való összehangolódással. Erre vonatkozó komplex vizsgálatok hazai viszonylatban is történtek (NAGY L.-né és PÁLFALVY I. 1958, 1960, 1963).

A nemzetközi viszonylatban mutatkozó morfológiai nevezéktani és nomenklatúrai nehézségek nálunk is mutatkoznak:

1. A holotipusok megismerésének nehézsége: más egy példányt mikroszkópban vizsgálni, mint fényképen. Mikroszkópi vizsgálat nélkül gyakorlatilag szinonímlista készítéséről is le kell tennünk.
2. Nehézséget okoz egyes irodalmi művek megismerése valutáris nehézségek vagy elégtelen dokumentáció miatt.
3. Nyelvi nehézségek a soknyelvű irodalommal kapcsolatosak.

A fentiek elhárítását nemzetközi kapcsolataink további kiépítése (különlenyomatok és minták cseréje) és a külföldi tanulmányutak teszik lehetővé. Kevésbé pregnánsan, de hasonló nehézségek állnak fenn a diatomakutatásban is.

A paleobotanikai munkákban időnként bizonyos tervszerűtlenség is fennáll, a sokirányú igény és a kutatók ismeretlenbe való bepillantási igényei miatt.

Majdnem tervezhetetlen — alapos feldolgozás esetében — a munkaidő, a sok ismeretlen miatt. A *helyhiány* is egyre sürgetőbb kérdés: a makrofosszilia kutatásoknál a gyűjtemények, a mikrofossziliáknál a laboratóriumok elhelyezése okoz gondot.

A sokirányú tevékenység felveti a *technikusi létszám* emelésének kérdését is.

A paleobotanikai, de főleg a palinológiai kutatások tervszerűségének fokozása érdekében kívánatos lenne — e tudományágak kétarcúsága miatt — együttműködni botanikai intézetekkel úgy, hogy azok elmélyültebben dolgozzák fel morfológiailag a recens spórákat, polleneket. A geológiai munkahelyek ezekre építve dolgoznák fel a fosszilis anyagot. Ez a munka, méreteit tekintve, azonban csak nemzetközi összefogással valósítható meg. ERDTMAN professzor és munkatársai a világ recens spóra-pollenanyagának feldolgozására készülnek, és már jelentős anyag áll feldolgozva a stockholmi laboratóriumban.

A párizsi CNRS palinológiai laboratóriumában, Leningrádban a Komarov Intézet palinológiai laboratóriumában stb. is ilyen irányú munkák folynak. Hazai laboratóriumaink is rendelkeznek recens gyűjteményekkel.

A fosszilis anyagok helyszínen való együttes feldolgozására értékes példa a MÁFI és a berlini Földtani Intézet pollenlaboratóriumának közös dolgozata (KRUTZSCH—GÓCZÁN és mások 1967). Hasonló együttműködés a népi demokráciák közt megvalósítható és fenntartható. A Szovjetunió 1000-nél több palinológusa évente kongresszust tart. Ezekbe is érdemes lenne bekapcsolódni. Mindezideig — kevés kivétellel — az együttműködés eléggé formális.

Nemzetközi szinten felmerült a paleobotanikusok, közelebbről a palinológusok nemzetközi egyesületbe való tömörítésének gondolata. (Utrecht 1966. II. Nemzetközi Palinológiai Konferencia). A jövendő szervezet hovatartozásának megvitatásakor, mind a IOP (International Organization of Paleobotany), mind — különösen a paleopalinológiának — az IUGS-hoz (International Union of Geological Sciences) való tartozása felvetődött.

A paleobotanikában a feladatok főleg alapkutatás jellegűek. Az alapflórák leírása, a fajok és az irodalom katalógizálása egyaránt szükséges. A munka kezdeti stádiumban, de folyamatban van.

Az alapkutatási eredményeknek a gyakorlat számára való hasznosítása a másik fontos feladat.

A paleobotanikai kutatások geológiai időegységenként való megoszlása általában megfelelő. A területi megoszlás a geológiai anyagszolgáltatásból adódik.

Az akadémiai koordinálás a visszásságok felszámolására is hivatott. Vannak paleobotanikai szempontból gazdátlan területek: pl. mezozóos makromaradványok feldolgozása. A még eredményesebb munka érdekében szükséges az eddigi hazai fosszilis leletek számbavétele. Tervbe vettük egy fosszilium katalógus szerkesztését, felállítását.

A nemzetközi irodalom hatalmas előrelendülése miatt kívánatos az új fajok publikálásának gyorsítása.

A személyi utánpótlás kérdése érdekében hazánkban is szükséges paleobotanikai tanszék megszervezése. Ilyenek mind a szocialista országokban, mind a tőkés országokban léteznek. Ma fontos népgazdasági, ipari, nyersanyagkutatási, gyakorlati (térképezés), tudományos (geológiai, fejlődéstani ismeretek stb.) érdek fűződik a paleobotanikához, különösen annak mikro-részéhez. Ezekkel a tudományokkal foglalkozó kutatók többé-kevésbé autodidakta módon képezték ki magukat, s részben aspiránsi idejük alatt specializálódtak.

A hazai paleobotanikai kutatás eredménye magas szintű, többnyire megüti a világszínvonalat. A létszám a vizsgálatokhoz — egy-két anomáliát eltekintve — megfelelő. Javítandó az elhelyezés és felszereltség. A nemzetközi kapcsolatok és ezek szervezettsége fokozandók.

BESZÁMOLÓK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKOKRÓL

A NEMZETKÖZI FÖLDTANI KONGRESSZUS 23. ÜLÉSSZAKA ÉS A FÖLDTANI TUDOMÁNYOK NEMZETKÖZI UNIÓJA TANÁCSÁNAK (IUGS-COUNCIL) PRÁGAI ÜLÉSE, 1968. AUGUSZTUS

PANTÓ GÁBOR
LEVELEZŐ TAG

Nagy várakozás és a 90 éves Nemzetközi Földtani Kongresszus történetében példátlan méretű előkészítő munka előzte meg a 23. ülésszak rendezvényeit. Mikor a 22. ülésszak tanácsa 1964-ben Delhiben a csehszlovák meghívás elfogadásáról döntött, ebben meghatározó jelentősége volt a csehszlovák geológia — impozáns módon bemutatott — utolsó 10 évi eredményeinek és hogy a kongresszus regionális témáiul választott földtani egységeknek (Cseh-masszívum, Kárpátok), Európa e két jelentős csomópontja térségében a kongresszus 65 éve (9. ülésszak, 1903 Bécs) nem találkozott.

Fontos és dícséretes vállalkozás volt a Szervezőbizottság részéről, hogy a regionális témák — kirándulásokon keresztül — történő bemutatására mind a hat területileg érdekelt környező országot (Ausztria, Lengyelország, Magyarország, Német Demokratikus Köztársaság, Német Szövetségi Köztársaság, Románia) megnyerte. Abban, hogy az érdekelt országok földtani szervezetei a hároméves előkészítőmunka során a közös cél érdekében harmonikusan együttműködtek, a szocialista és kapitalista világ határterületére telepített, túlsúllyal az európai szocialista országok földtani eredményei fontos seregszemlélejének ígérkező kongresszus sikerének biztató előjelét láttuk.

Meg kell állapítanunk, hogy a 3000-et jóval meghaladó taglétszámú, óriássá növekedett kongresszus vendégül látása egy — Budapestnél kedvezőtlenebb szállodaellátottságú — milliós fővárosban, 32 nagy kirándulás előkészítése egy 128 000 km^2 területű országban, rendkívül koncentrált és tudatos előkészítést, a szakmai és kormányzati szervek olyan hatásfokú együttműködését igényelte, amilyent még egyetlen vendéglátó ország sem valósított meg. Tanúi lehettünk annak, hogy ennek a 13 milliós államnak minden geológusszervezete (térképező-kutató intézetek, oktatási intézmények, vállalatok, egyesületek) 3 éven át a kongresszus mennél teljesebb sikerének elérését írta zászlajára, s a cél érdekében szervezetten, megfeszítetten dolgozott. Az irodalmi termés a kongresszus — alább részletezett — előkiadványain kívül 1 : 1 000 000-ós földtani atlaszban, regionális monográfiasorozatban és valamennyi folyóirat külön kongresszusi kötetében nyert sikeres bemutatást.

A kongresszus előkiadványai, melyek 6771 oldalas összterjedelmükkel a

kongresszus történetében mennyiségi rekordot is jelentenek, az előkészítés és szerkesztés gondosságával is kiemelt helyet érdemelnek. Az ülésszak szakmai közlésanyaga irodalmi közreadásának 4079 oldal terjedelmet szenteltek. Ebből 396 oldal jut a szerencsés témaválasztású 13 szekcióra és két szimpóziumra bejelentett 658 előadás összefoglalásának közlésére, amely „Abstract-Volume"-ot a kongresszus minden tagja félévvel Prágába indulás előtt kézhez vehetett. Ez 25%-kal több a kongresszuson műsorra tűzött előadások (484) számánál és 55%-kal több a 3683 oldal terjedelmű 15 Report-kötetbe felvett 311-nél. Kiváló szintet képvisel a Report-sorozat szerkesztése is, mely a szerző eredeti mondanivalójának legteljesebb tiszteletbentartásával fogalmi tisztaságot, érthetőséget és nyelvi helyességet biztosított.

A 7 ország területén szervezett 50 geológiai kirándulás előkészítettsége, tematikai változatossága minden eddigi kongresszusét felülmúlta. A kirándulások valamennyiéhez szakmai kirándulásvezető készült 2692 össz-oldalterjedelemben, a 7 kirándulásrendező ország Földtani Intézeteinek szervezésében 441 szakember bevonásával. Az 50 füzetből álló sorozat összeállításában Magyarország 4 füzettel (52 geológus tollából 279 oldallal) vett részt. Hasonló széles alapon előkészített, szakmailag árnyalt, friss ismeretanyagot tartalmazó, a helyi tájékozódást megkönnyítő geológiai *vade mecum* Középeurópa földtani jellegzetességeinek megismeréséhez eddig még nem készült. Jelentősége messze túlemelkedik a kongresszus — részben lebonyolításra nem került — kirándulásain. Bennük a rendező országok geológiájának egy-egy — regionális vagy tematikus — részlete elevenedik meg általános keretbe állítva, a területi szakemberek részletadataival — bemutatásszerűen — hitelesítve. A geológusok Európa klasszikus képződményeiről és területeiről valamennyi eddigi kongresszus termését meghaladó volumenű, időálló használhatóságú vezető-gyűjtemény birtokába jutottak.

Nekünk, magyaroknak különösen fontosnak igérkezett a prágai kongresszus, azért is, mert itt először nyílt alkalom nagyobb számú (56) magyar geológus részvételére, a nagy nemzetközi seregszemlén. A kongresszusok történetében rekordot ért el a műsorra tűzött magyar előadások száma (5), amit ugyan sem az össz-előadásszám, sem a magyar küldöttség létszáma arányában nem tekinthetünk optimálisnak.

Mindnyájan, akik a kongresszus előkészítésére több-kevesebb munkát áldoztunk, s a személyes részvételre törekedtünk, sajnálkozással állapítjuk meg, hogy a az ülésszakból csupán a megnyitás napja és az első ülési nap tekinthető terv szerint megvalósítottnak. A tervnél öt nappal előbbre (augusztus 23) hozott kongresszuszárásig eltelt napok előadóülései nagyfokú elnéptelenedésük miatt már nem voltak teljes értékűek. Az ülési napokra tervezett kongresszusi B kirándulások és az Ausztria, Csehszlovákia valamint a Német Demokratikus és Szövetségi Köztársaságok területére tervezett, kongresszus utáni C kirándulások elmaradtak.

A kongresszus mérlegét a valóságos lefolyás szerint kell megvonnunk. Az első, zavartalanul lefolyt ülési napból megkísérelhetjük, hogy következtetést vonjunk, milyen értéke, eredménye volt, ill. lett volna a 1. tudományos ismeretközlés, 2. véleményegyeztetés és 3. munkaszervezés szempontjából a kongresszusnak.

1. *Tudományos ismeretközlés.* Ennek kétféle — tradícionális — formája valósult meg a kongresszuson: *a)* Szekcióbeli előadássorozatok, *b)* Szimpóziumok.

a) *Szekciók.* A kogresszus 13 szekciójának témáját — kielégítve azt a hagyományos kívánalmat, hogy azoknak *általánosaknak* és a földtan csaknem *egész területét* lefedőknek kell lenniök — szerencsésen válogatta ki a szervező bizottság. A súlypontul megadott szekciótémák valóban tudományunk kiemelkedően fontos tárgykörei, melyekben az utolsó évek igen jelentős eredményeket hoztak, s azok összemérése nemzetközi tudományos életünk valóban égető feladata. Ezek: 1. Felsőköpeny, 2. Vulkanizmus és tektogenezis, 3. Orogén övek, 4. A prekambrium geológiája, 5. Az alkalmazott geofizika eredményei, 6. Geokémia, 7. Endogén érctelepek, 8. Üledékes kőzetek képződése és osztályozása, 9. A középeurópai paleozoikum rétegtana, 10. Tercier-kvarter határ, 11. Kőszéntelepek eredete, 12. Építésföldtan az országos tervezésekben.

A szekciótémák szerencsés kiválasztását azon mérhetjük le, hogy ezek üléseire napirendre tűzött 440 előadás közül 405-öt sikerült a 12 téma köré elrendezni, s *csak* 35 került a kongresszusok elmaradhatatlan „Egyéb témák" szekciójába, melyben a „Földön kívüli geológia", „Matematikai geológia", „Flis", valamint „Földtan-történet" tárgykörökben jelentkezett koncentráció.

Az előadások túlnyomó többsége (85%) helyi vonatkozású vagy részlettéma volt, inkább nemzeti földtani társaságok mint nemzetközi plénum elé való, s ezek mozaikjából sem szekcióvezető sem szerkesztő nem kovácsolhatott egységes képet.

b) *Szimpóziumok.* A 22. kongresszus szimpóziumok tartására vonatkozó ajánlásának a szervező bizottság két nemzeti téma (I. Kaolintelepek és eredetük, II. Ásvány- és hévvizek eredete) szimpóziumszerű megtárgyalásával tett eleget. A szekciókénál lehatároltabb témájuk ellenére az ezekre műsorra tűzött 44 előadásból — a kinyomtatott 33 előadás bizonysága szerint — lokális témaválasztásuk és össze nem mérhető leíró jellegük miatt megnyugtató összkép nem alakulhatott (volna) ki, ilyen felvázolására a szimpóziumvezetők nem is vállalkoztak.

A gondos válogatás után is még mindig túlzsúfolt, csoportosítás ellenére is heterogén előadásprogram eleve csak 7—10szeres párhuzamos futtatással volt a kongresszus időhatárai közé beállítható. Bár az előadótermek közelsége és az időrend pontos betartása sokkal inkább módot adott érdeklődés szerint „pendlizésre", mint bármely eddigi kongresszus, a közelálló témák bemutatásának egyidejűsége egyrészt kizárta azt, hogy a szoros érdeklődésébe vágó

valamennyi előadás bemutatásán bármely tag résztvegyen, másrészt az előadó sem számíthatott „nemzetközi szakmai közvéleményt" képviselő hallgatóságra. Az Unió (Földtani Tudományok Nemzetközi Uniója, IUGS) előadási (7 szimpózium és 7 szekció) és bizottsági (40 !) programjának parallel rárétegződése korábbi — fele ennyi szimultánnal dolgozó — kongresszusok azon szomorú tapasztalatához vezetett itt is, hogy századunkban — a szervező bizottság körültekintő és derekas munkája ellenére — a szabadon választott témákról folyó előadássorozatok nem tölthetik be azt a funkciót, amit a ma kongresszusától *előadó* és *érdekelt* szakember személyes találkozása terén elvárunk.

Sokunkban megérlelődött az az ítélet, hogy kongresszusunk nem az előkészítés, szervezés, szűrés lazasága miatt — amit egyes előző kongresszusokon erősen kifogásolhatónak éreztünk —, hanem *munkamódszere* miatt nem képes betölteni hivatását. Azt a pluszt, amit a nagy anyagi áldozatokkal egybekürtölt „geológus világnyilvánosságon" a személyes tudományos ismeretközléstől elvárnánk, több okból nem képes nyújtani, irodalmi közléssel alátámasztott auditív recepción nem megy túl. Az okok a következők:

1. A hallgatóságot a túl sok szimultán rendezvény annyira megosztotta, lesorvasztotta, hogy fontos kérdésekben állásfoglalásra nem is lehetett illetékes.
2. A programot jelentéktelen vagy helyi jelentőségű előadásokkal túlzsúfolták.
3. A bemutatott anyag a teljes szöveg másfél évvel korábbi határidőre megkívánt lezárása miatt az előadó számára már *nem élő*, gyakran túl vázlatos vagy kissé túlhaladott.
4. A szervesen nem illeszkedő előadások eleve nem adnak módot a szekciókban felvetődő fő problémák kellő exponálására és felkészülés melletti eredményes megvitatására.

2. *Tudományos véleményegyeztetés* szervezett, mégis szabadabb formájára viszonylag kevés hely maradt a kongresszus programjában. Csoportvita, ill. kollokvium címmel négy téma („Geológus és világa", „A földtan irányítási problémái," „Magmás kőzetek rendszere és nevezéktana", „Spilites kőzetek összetétele és eredete") feletti véleményegyeztetés szerepelt a kongresszus programján. Az ülésszak megrövidülésének legérzékenyebb vesztesége, hogy ezekre, az utolsó kivételével, nem kerülhetett sor. A szabadon, mégis kellő irányítással vezetett spilit-vitán az a vélemény alakult ki, hogy ez valóban az a keret és fórum, amiért érdemes a geológusoknak a Föld távoli sarkaiból személyes találkozóra összegyűlniök. A többi téma vitájából — érdemleges kimunkáltságával különösen a magmás kőzettani emelkedett ki — fontos, tudományunk haladását jelentősen, pozitíven befolyásoló megegyezések jöhettek volna létre.

3. *Tudományos munkaszervezés* tekintetében 7 éve két szálon fut a geológiai nemzetközi együttműködés. Az IUGS 1961 márciusi párisi megalakulásával a geológusok a korszerűsítés sürgető parancsának engedve rátértek a tudományszervezés mai követelményeknek megfelelő és valamennyi más tudományterületen évtizedek óta bevált útjára, a cserélődő, de mindig *nemzetközi* összetételű állandó összefogó szerv létrehozásával. Ugyanakkor nem tudtak lemondani a legrégibb, s egyedül a geológia területén fennmaradt, négyévenként váltakozó *nemzeti* szervezésű Nemzetközi Geológiai Kongresszus intézményének fenntartásáról sem. Az első kompromisszum azonos helyen, egyidejű ülésezést írt elő a két szervezet számára, és elvárta szoros, harmonikus együttműködésüket.

Az együttműködés főpróbája 1964-ben Delhiben volt. A fiatal Unió ott még csak megkezdte létjogosultsága igazolását, s a kongresszus permanens asszociációs-bizottsági szervezetének átvételét. Az együttműködés alapszabályokba foglalt kimunkálása és a szervezeti hálózat gyakorlatilag teljes átvétele a prágai találkozóra ért be. A kölcsönös alapszabálymódosítás egyértelműen kodifikálta az Unió vezető szerepét, kizárólagosságát a nemzetközi földtani tudományszervezésben.

Az alapszabály főbb pontjai kivonatosan: Az Unió pártfogása mellett működő *kongresszus a geológusok közgyűléséül* szolgál, s mint ilyen, tanácsadó testületként működ*het* az Unió számára. Az Unió üléseket és szimpóziumokat rendez*het* a kongresszusi ülésszakkal kapcsolatban. A vendéglátó ország(ok) geológiáját minél teljesebben bemutató — *minimális költséggel, szakszerű vezetéssel,* kinyomtatott kirándulásvezetőkkel — rendezett *kirándulások* a kongresszus lényeges elemei. A kongresszus asszociációi, bizottságai, melyeknek más nemzetközi szervekkel állandó koordinációra van szükségük, az Unióhoz kerülnek át.

A Földtani Tudományok Nemzetközi Uniójának Tanácsa (IUGS-Council) a 23. Nemzetközi Földtani Kongresszus ideje alatt az Unió életével kapcsolatban igen fontos megbeszéléseket tartott és határozatokat hozott. Ki kell emelnünk, hogy az mindvégig eredményesen, nyugodt, szenvedélymentes légkörben folyt. Az Unió lelépő elnöksége [T. Barth elnök (Norvégia), P. van Leckwijck főtitkár (Belgium), R. Trümpy pénztáros (Svájc)] a ciklus alatt végzett eredményes szervező, fejlesztő munkájáért, valamint a prágai ülés gondos előkészítéséért, higgadt levezetéséért a legnagyobb elismerést érdemli.

Az elnöki megnyitó a célkitűzések szélesspektrumú tömör, de nagy körültekintéssel megfogalmazott expozícióján kívül komoly figyelmeztetést is tartalmazott, mely mindazoktól, akik az Unió szervezeteiben (asszociációk, bizottságok) tisztséget vállalnak, elvárja az önzetlen és eredményes munkát. Az eddigi gyakorlatnak megfelelően azokat, akiktől ez nem telik ki, a végrehajtó bizottság operatíve — ciklus közben is — felmenti tisztségüktől.

A főtitkári beszámolóból az Unióhoz csatlakozott országok számának örvendetes növekedése tűnt ki 38-ról 57-re:

Az Unió tagországai: (Zárójelben tagdíjkategóriáik) Anglia (8), Angola (1), Argentína (2), Ausztria (2), Ausztrália (2), Belgium (3), Bolívia (1), Botswana (1), Ceylon (1), Ciprus (1), Csehszlovákia (3), Csile (1), Dánia (3), Délafrika (2), Egyesült Arab Közt. (2), Finnország (2), Franciaország (8), Ghana (1), Guatemala (1), Hollandia (3), India (5), Irán (2), Izland (1), Izrael (2), Jamaika (1), Japán (7), Jugoszlávia (2), Kanada (7), Kongó (1), Koreai NDK (1), Lengyelország (3), Luxemburg (1), Madagaszkár (1), Magyarország (2), Malawi (1), Malaysia (1), Marokkó (1), Mexikó (2), Német Demokratikus Közt. (5), Német Szövetségi Közt. (8), Nigéria (1), Norvégia (2), Olaszország (5), Románia (4), Spanyolország (3), Svájc (3), Svédország (3), Swaziland (1), Szovjetunió (8), Taiwan (1), Tanzania (1), Thaiföld (1), Törökország (2), Uganda (1), Újzéland (2), USA (8), Zambia (1).

Az Unió asszociáció-, ill. bizottság- (komisszió + komité) hálózata is jelentősen kiterebélyesedett:

Az Unió asszociációi:

Régebben felvettek:

Association des Services Géologiques Africaines (ASGA)
International Association of Hydrogeologists (IAH)
International Mineralogical Association (IMA)
International Palaeontological Union (IPU)
International Association of Sedimentologists (IAS)
Association Internationale pour l'Étude des Argiles (AIPEA)
International Association on the Genesis of Ore Deposits (LAGOD)
International Association for the Geological Map of the World (IAGMW)
International Association of Geochemistry and Cosmochemistry (IAGC)
International Association of Engineering Geology (IAEG)
International Union for Quaternary Research (INQUA)

Újonnan felvettek:

International Association for Mathematical Geology (IAMG)
International Planetological Association (IPA)
International Association of Palynologists (IAP)

Az Unió komissziói (állandó tudományos feladattal):

Régebbiek:

Commission for the Study of Economic Elements in the Earth's Crust
Commission for Geology Teaching at University Level
Commission for Marine Geology
Commission on Meteorites
Commission on Stratigraphy
Commission for a World Geochronological Scale (korábban önálló komisszió)

Újak:

Commission on Petrology
Subcommission on Nomenclature and Classification of Rocks
Commission on Structural Geology

Az Unió komitéi: (időszakos, inkább szervezési feladattal)

Régebbiek:

Committee for the Study of Geological Documentation
Committee for the Promotion of the Upper Mantle Project

Újak:

Committee on Storage, Processing and Retrieval of Geological Data
Endowment Committee (Anyagi támogatásszerző komité).

A pénztáros jelentése szerint az Uniónak sikerült tekintélyes deficitjéből kilábolnia, s a jövőben is pozitív mérleget tart. Abból, hogy az Unió által rendezett szimpóziumok anyagának kiadására fedezetet nem biztosítottak, s ez a résztvevők tagdíjából sem térülhetett meg, az adódott, hogy a szimpóziumokon kötelezővé vált a magas színvonalú, korábban részleteiben sem publikált, tömören fogalmazott bemutatás. Így a „piacképes" kötet(ek) egy éven belüli kiadását a kiadók előzetes szerződésben saját kockázatukra vállalják. (Ez azonban például a kongresszusi Report-ról nem mondható el).

A tudományos rendezvények támogatásának jelenlegi szinten tartása az affiliált szervezetek volumenének kétszeresre duzzadása miatt az Unió mai bevételeiből nem biztosítható. Ezért elengedhetetlenné vált a tagdíjbevétel megduplázása. Ezt nem a tagdíjegység vagy a kategóriaszám emelésével, hanem a progresszivitás fokozásával tartották méltányosnak elérni. Az IUGS az elfogadott és 1970-ben életbelépő javaslat szerint az IUGG-nél érvényben levő progresszívitásra tért át, aminél 1 és 2 egységű tagdíj változatlan marad, viszont a legmagasabb (8 egység) kategóriában az előbbi harmincszorosára nő. Ez az arány a nemzeti jövedelmekével is közel megegyezik.

Az UNESCO által kezdeményezett Nemzetközi Földtani Korrelációs Program (IGCP) fölött élénk vita alakult ki. A fő célkitűzések általánosságban három súlyponttal: 1. Világméretű időkorreláció kvantitatív alapon, 2. Földtani események tér- és időbeli eloszlásának vizsgálata, 3. Haszonosítható telepek képződésének vizsgálata más földtani események függvényében — elfogadást nyertek. A programnak az UNESCO közgyűlése által történt elfogadása után 1969 szeptemberben Budapesten lesz az első „előkészítő ülése".

Az Unió tisztújítása zavartalanul ment végbe:

Elnök: C. K. DUNHAM (Anglia)
Első főtitkár: S. VAN DER HEIDE (Hollandia)
Második főtitkár: J. PETRÁNEK (Csehszlovákia)
Pénztáros: W. VON ENGELHARDT (NSZK)

*

Bármilyen elismeréssel viseltetünk a Kongresszus iránt, senki nem vitathatja, hogy reformra szorul. Alapszabályba iktatott közgyűlés-szerepe, melyet az Unio tanácsadásul igénybe vehet, nem mentheti meg a kongresszust az

elszürküléstől, nemzetközi irányító szerepe elvesztésétől. Alapszabályba iktatott, igen lényeges kongresszusi funkció — aminek elsősorban jelenlegi szervezetében való fennmaradását köszönheti — egy földdarab geológiájának kirándulásokkal való bemutatása. Ez a nemzeti földtani szervek önzetlen támogatása, és a helyi eredmények nemzetközi elismertetése érdekében való áldozatvállalása nélkül nem lehetséges. Ez indokolta mindmáig a kongresszus váltakozó nemzeti szervezését, annak ellenére, hogy a kongresszus felduzzadásával a teljes tagság kirándulásaira csak nagy országok tudnak már teret és lehetőséget biztosítani. Közepes és kis országok esetében ez is csak nemzetközi együttműködésben lehetséges (21., 23. kongresszus).

A kongresszus széles körű nemzetközi együttműködést szervező egységei (asszociációk, bizottságok) kevés kivétellel átkerültek az Unióhoz, s ott jelentősen kibővültek, munkájuk szervezettebbé, rendszeresebbé vált. Ezek után a kongresszus ülésezési funkcióját a bemutatási és tárgyalási forma reformja szilárdíthatná meg. A Prágában elfogadott alapszabály erre vonatkozólag kevéssé konkrét: „Az ülések a legfontosabb földtani problémákat tárgyalják." Elmaradás, hogy a kongresszusi Council alapszabályvitája nem fogadta el a francia delegáció már Delhiben is hangoztatott követelését, hogy a kongresszus megtárgyalásra bocsátandó témáit előzetesen nemzetközi szerv hagyja jóvá, s bemutatásra ne egyes előadások, hanem a tudományos előhaladás összefoglalói kerüljenek, előkészített széleskörű megvitatással. Csak így volna biztosítható, hogy a kongresszus ülései és Reportjai ne koordinálhatatlan — gyakran igen középszerű — közlések tárházai legyenek, hanem azokból szerves és a „nemzetközi geológusnyilvánosság" által fémjelzett helyzetkép alakuljon ki.

A fejlődés — a prágai határozatok értelmében — sajnos nem erre irányul. A nemzeti és nemzetközi szervezésű, százéves és modern stílusú két tudományos összefogó testület csak úgy fejthet ki egymás mellett — de túl sok szimultán elkerülése érdekében nem feltétlenül egyidőben — eredményes, egymást kiegészítő munkát, ha mindegyik a saját szervezésbeli adottságait a kor igényei szerint maximálisan kihasználja. Nem jelenti ez azt, hogy a nagy geológustalálkozók és regionális (kirándulási) földtani bemutatók szervezésénél — kongresszus-jelleggel — egyes országok vagy országcsoportok nemzeti áldozatvállalásáról le lehetne mondani. De nem veheti célba minden találkozó, úgy mint 100 éve, az egész tudományterület minden bemutatásra megérett új eredményének megvitatását. Profilírozni és koncentrálni kell ahhoz, hogy jobb hatásfokkal dolgozhassunk. Ha a jól előkészített kirándulások a jövőben is népes kongresszusi részvételre indítják a geológusokat, úgy a nagy és reprezentatív hallgatóság jelenlétéből valóban néhány nagy kérdés megtárgyalásával, érdemi állásfoglalással kell hasznot húzni, nem pedig atomizált hallgatóságok mozaikjává alakulni, melynél egy-egy csoport munkája előhaladás és véleménycsere tekintetében a szűkebb körű, de specializált rendezvényeké

mögött messze elmarad. Példát adhat erre a kongresszus Kárpát—Balkán Geológiai Asszociációjának népesnek igérkező következő Budapesten tartandó IX. Kongresszusa, amely magyar javaslatra már ilyen átszűrt és néhány fő téma körül csoportosított tárgyalásra kívánja a fősúlyt helyezni.

Újabb várakozással és bizonyos derűlátással tekinthetünk a 24. kongresszusi ülésszak elé, mely 1972-re Kanada meghívását fogadta el Montrealba. A szervező bizottság elnöke az IUGS első elnöke, jelenlegi ICSU-elnök, J. M. HARRISON. Delhihez és Prágához hasonlóan ott is a kongresszus és Unió-szervek egyidejű ülésezésére van kilátás. Az eredményes nemzetközi tudományos szervezőmunkájáért eddig is nagyrabecsült új elnök az újabb találkozón talán hatékonyabb irányba lendítheti a két egymásra utalt, reméljük nagyra hivatott szervezet működését.

ÜLÉSSZAK AZ ÁSVÁNYTANI-GEOKÉMIAI VIZSGÁLATOK JELENTŐSÉGÉRŐL A FÖLDTANI KUTATÁSBAN ÉS A NYERSANYAG FELTÁRÁSÁBAN

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

AKADÉMIKUS

A Földtani Tudományok Német Egyesületének elnöke, Dr. H. J. RÖSLER professzor hatékony kooperációs szervezési formát valósított meg. Kitűzött időszerű témakörre hív meg bel- és külföldi szakembereket szélesebb, de a saját kutatási irányokkal kapcsolatos kérdések kifejtésére. Ez részletekbe merülés nélkül biztosítja a legnagyobb szakszerűséget. Az egyesületi ülésszakot összekapcsolja a hagyományos évenkénti freibergi bányászati és kohászati ülésszakkal, ami a rokonszakmák bizonyos eszmecseréjét teszi lehetővé. Így a világ legrégibb műszaki egyetemi városa, Freiberg tavaszonként sok száz külföldi és belföldi szakember értékes ismeretszerzést biztosító találkozó helye.

Az egyesület 1967. évi fő témaköre az ásvány-kőzettani és geokémiai vizsgálatok jelentősége volt a földtani kutatásban és a nyersanyag feltárásban. RÖSLER professzor bevezetésében az ásványtani tudományok jelenlegi fejlődési szakaszát a fizika századfordulói nagy átalakulásához hasonlította. Nem elég többé a szűkebb tárgyismeret, pl. a bármilyen pontos, sokoldalú ásványdefiníció, hanem időszerű, sőt szükséges az ásvány egész életének vizsgálata és geokémiai vonatkozásai filozófiai megvilágítása is.

Az ülésszak jelentősebb előadásainak következő eredményeit emeljük ki.

H. BORCHERT (Claustal) szerint az ólom, cink, a mangán és hasonló elemeknek nagyobb az átlagos mennyisége az extruzív kőzetekben, mint az intruzívumokban; a különbözet feltehetően az érctelérekben koncentrálódott. A korai kiválású króm és titán eloszlása nagyjából ellentétes.

A magmatogén érctelep-képződés fizikai kémiájáról szólva H. D. HOLLAND (Princeton) kifejtette, hogy kőzetzárványokban leggyakoribbak a klórban gazdag oldatok. A kloridos oldat a kőzetekből, ill. a kőzetolvadékokból az ólmot és cinket csaknem kvantitatíve kioldja. Kimutatta a kloridos, továbbá kén- és oxigéntartalmú oldatok parciális nyomása, ill. fugacitása függvényében a földpát-csillám-agyagásvány-gibbsit átalakulás, továbbá az anhidrit, kvarc és karbonátképződés tartományait. Valószínűsítette, hogy a kalkofil nehézelemek nagyérésze (Cu, Pb, Zn, Hg és valószínűleg Sb és As) szulfidos komplexumok alakjában szállítódik, és e komplexumok elroncsolódásakor válik ki.

Az ülésszak legfőbb témája a kísérletes geokémiai modellezés volt. Erről szólt *e sorok írójának* előadása is, aki többek közt a gőz és a terheléses nyomás ellentétes hatását és a hőmérséklet uralkodó befolyását ismertette.

A diagenezis és metamorfózis határán történő átalakulásokkal foglalkozott a récens tengeri üledékek Ny-németországi specialistája G. MÜLLER (Heidelberg). Eszerint a tengerfenéki halmirolízis a kalcium mennyiségének csökkenésével, a K, Mg, és különösen a Na mennyiségének növekedésével és ilymódon a montmorillonitból illit és sudoit képződésével jár. Az analóg édesvizi folyamat, az „akvatolízis" ezzel szemben a K tartalom csökkenéséhez, a csillámból az illit képződéséhez vezet.

A metaszomatózisok érctelepi fajtáit rendszerezte T. H. KAEMMEL (Berlin). Jelentősek az utólagos kiszorítási folyamatok a mansfeldi rézpala típusú üledékekben is. Erre mutatnak a rétegfelületeket ferdén metsző ércdúsulási szintek.

A személyes megjelenésben akadályozott RITTMANN professzor (Catania) a kéreg és a köpeny magmatizmusáról felolvasott előadásának fő következtetései lényegileg megegyeznek e sorok írója nyomás alatt álló könyvének vonatkozó eredményeivel.

J. KAŚPER (Prága) a mesterséges egykristály előállítás eljárásait ismertette. A grafit—gyémánt átalakulás példáján rámutatott, hogy a termodinamika „csak egy modellt világít meg a különböző átalakulási lehetőségek közül."

F. K. DRESCHER-KADEN (Ny-Berlin) alpi szerpentinit előfordulások metaszomatózisáról, D. P. GRIGORJEV (Leningrád) a növekvő kristályalak törvényszerűségeiről, G. REUTER (Rostock) a talaj ásványairól tartottak előadásokat.

H. MOENKE (Jena, Optikai Művek) új elemző, különösen spektrográfiai berendezéseket ismertetett, köztük a saját konstrukciójú új műszert, amely lehetővé teszi akár mikroszkópos csiszolatban, akár nyers kézi példányon mikroszkóp alatt megcélzott és lézer-sugárral elgőzölögtetett igen kis objektumok spektrográfiai elemzését.

T. S. SULFUGARLY (Baku) szerint a kausztobiolitok mikroelemei nagyrészt az anyakőzetből és nem a migráció közben áthatolt kőzetekből származnak. A rendszerint az aszfalt-bázisú kőolajokban felhalmozódó vanádium a régi feltevésektől eltérően nem a (sokkal kisebb mennyiségű) porfirinekhez kötődik, hanem szulfidként fordul elő.

A. POLANSZKY (Varsó) kifejtette, hogy a kénizotópok aránya meteoritokban és a magmás kőzetekben meglehetősen állandó és egymáshoz hasonló, a mélység hatására tehát ez az arány alig változik. Viszont felszínközeli oxidációs hatásra a könnyű izotóp mennyisége növekedik, és ennek megfelelően a szulfidos üledékes kőzetekben a kénizotóp arány változékony.

A kazahsztáni ércek kénizotópjai összetételére vonatkozó részletes vizsgálatokról számolt be F. V. CSUHROV lev. tag, a moszkvai két nagy akadémiai geokémiai intézet igazgatói (VINOGRADOV, CSUHROV) és munkatársai vizsgálatai alapján. Itt a normális izotóp összetételtől való eltérés főleg az óceánvizi hatásra következik be.

A kőolajtelepekkel kapcsolatos hidrogeokémiai vizsgálatok kapcsán P. MÜLLER (Gommern) utalt a Sr, K, Pb, valamint a Br és J feldúsulásra a mélyvizek maradék-oldataiban. Ugyanitt a nehezebb izotóp (^{13}C) a magasabb szintekeben dúsul, ugyanakkor a könnyű ^{12}C a metánsor magasabb homológjaiban halmozódik fel.

Nagy érdeklődést váltottak ki a Cseh-Szász-Érchegység ércesedésében elért új eredmények, főleg L. BAUMANN (Freiberg) vizsgálatai. A hidrotermális ércesedéseknek ezt az iskolapéldáját eddig újpaleozóosnak, varisztikusnak minősítették. A kb. egy évtizede folyamatban levő radioaktív kormeghatározások kezdetben ellentmondásosnak látszó eredményei alapján megállapítható, hogy az ércesedésben két, korban és jellegben egymástól lényegesen eltérő folyamat kapcsolódik. A varisztikus szinorogén gránit képződéshez (1.) az ón-wolfram formáció, (2.) az arzenopirit-pirrhotin-szfalerit-kalkopirit-tetraedrit-bornit-galenites („kiesig-blendig": KB) formáció, (3.) az urán-kvarc (U-Q), (4.) a freibergitet és más ezüst ásványokat is tartalmazó nemes barnapát (EB) formáció tartoznak. Az alpin ciklus triász-harmadkori saxoni tektogeneziséhez, tehát az akkor már kratogénné vált terület töréses germanotip tektonikájához és az ezzel kapcsolatos bázisos magmatizmushoz kapcsolódik az (5.) barit-fluorit-hematit- és pszilomelánnal jellemzett vasbarit (EBA) formáció, továbbá (6.) a szfaleritos, melnikovitpirites, Sr-gazdag, fluor-baritos ólomformáció (FBA) és (7.) a Bi-Co-Ni-Ag formáció a nikkel-skutterudit-rammelsbergit-proustitos ásványtársulással. Így az ércformációk régről ismert egymásutánja lényegileg helyes, de ugyanakkor az elemtársulások eddigi ellentmondásai megszűntek. Mindkét ércesedés oxidációs fázissal kezdődik. Az idősebb ércformáció kalkofil elemei és urántartalma egyértelmű szinorogén gránitos geokémiát jelez. A bázisos magmák típusos Co, Ni, Sr elemtársulása pedig az átmeneti táblás területek bazaltos magmatizmusához kapcsolódik.

Az ülések befejezéseként tartott „Werner Kollokvium" a tudományos személyiségek tudománytörténeti, filozófiai és közgazdasági jelentőségével foglalkozott. Eszerint a valódi tudományos személyiségek gazdaságpolitikai tájékozottságuk következtében a döntő szükségletek felismerésével (G. A. WERNER pl. az ásványfajták gyakorlati meghatározási módszereinek és az önnevelés kezdeményezésével), az időszerű kutatási és továbbképzési irányok bevezetésével válnak a tudomány fejlődésének fontos tényezőivé. Így a már a saját korában meghaladott neptunizmus tanának fő képviselője, WERNER csak részben gátolta, más tekintetben — pl. a fejlődés-gondolat előkészítésével — segítette a haladást. (A Werner-kérdéshez is érdekes adatokat szolgáltat VADÁSZ E. akadémikusnak az előző füzetben megjelent Benkő tanulmánya.)

Az ülésszak közben tartotta az egyesület nagygyűlését, amelyen a magyar tudomány legújabb megbecsülésének jeleként SCHMIDT ELIGIUS RÓBERT kollégánkat egyhangúlag tiszteletbeli tagul választottuk.

A KÁRPÁT—BALKÁN FÖLDTANI ASSZOCIÁCIÓ VIII. KONGRESSZUSA ÉS ANNAK MAGMÁS—METAMORF VONATKOZÁSAI

SZÉKYNÉ FUX VILMA

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A KBA VIII. Kongresszusát Jugoszláviában 1967-ben tartották.

A konferencián hivatalos delegációkkal résztvett Bulgária, Csehszlovákia, Jugoszlávia, Lengyelország, Magyarország, Románia és a Szovjetunió.

A Konferencia elnöke LUKOVIĆ M. akadémikus, később PROSEN D. professzor, szervező titkára SIKOŠEK B. volt.

Az ünnepélyes megnyitó után STEVANOVIĆ P. akadémikus ismertette a Kárpát—Balkán-i vonulat jugoszláviai részének földtani viszonyait sztratigráfiáját, tektonikáját, magmatizmusát és metallogenezisét.

A konferencia tevékenysége 3 irányú volt. 1. A Kárpát-Balkán hegységrendszer földtani felépítésére, nyersanyagaira vonatkozó új eredmények előadásokban történő bemutatása és megvitatása a különböző szekciók vitaülésein. 2. A 2 éves tevékenységet összefoglaló beszámolók megvitatása, a következő két év munkatervének elkészítése a különböző bizottságok ülésein. 3. Földtani elő- és utókirándulásokon a jugoszláv terület földtani felépítésének és legfontosabb nyersanyag-előfordulásainak külszíni bemutatása.

A petrológiai, ill. a mineralógiai szekció előadásai.

A Kongresszus előadásai a KBGA tagozódásának megfelelően 7 szekcióban (tektonikai, sztratigráfiai, paleontológiai, szedimentológiai, petrológiai, mineralógiai, geofizikai, hidrogeológiai) kerültek bemutatásra.

A petrológiai és mineralógiai szekciókban elhangzott előadások következő eredményeit említhetjük. ILIĆ M. — KARAMATA S. és KNEŽEVIĆ V. dolgozata szerint a Dinaridák ultrabázitjai Mg-ban gazdagabbak, mint a Kárpát- Balkán vonulat ultrabázitjai. A Fogarasi-hegység ultrabázitjai az abszolút kormeghatározási adatok alapján devonnál idősebbek (MANILICI V.–GIUȘCA D.–IONESCU J.).

A prealpi *kristályos kőzetek* osztályozási problémáival CODARCEA D., a Szerb-Macedon masszívum kristályos paláival DIMITRIEVIĆ M. D. foglalkozott.

Az *ércesedés, tektonika* és *metamorfózis* kapcsolatára következtetettek a K-Kárpátok kristályos paláiban GURAU A. és RĂDULESCU I. KUBLER B. szerint a mélyfúrási agyag részletes terepi és laboratóriumi vizsgálattal megállapított szemnagysági összetétele alapján fokozatos átmenet észlelhető az üledékes kőzetektől egészen a metamorf összletig. Különösen érdekes volt az illit jól megállapítható kristályossági fok változásának nyomon követése.

SZEMENYENKO N. P. a metaszomatikus folyamatokat vizsgálta a hőmér-

séklet és a rendszer kémiai potenciáljának függvényében. SZÉKYNÉ FUX V. az ásványos és kémiai alkotók mennyiségi változását mutatta ki a kálimetaszomatikus hatásra az ortoandezittől az érctelérig.

HARNIK A. (Zürich) jugoszláv gránitok mikroklin porfiroblasztjaiban mikroszonda és röntgendiffraktométer segítségével 3 fázist (szanidin, mikroklin, albit) különített el. A mikroklin monoklin fázisból keletkezett 500 C° felett, esetleg csak 300—500 C° között.

WIESER T. piroklasztikus kőzetek bromoform segítségével elkülönített elegyrészeinek mikroszkopiai és diffraktométeres vizsgálatával az amfibólok optikai sajátságaiban és kémiai összetételében észlelt eltérésekből másodlagos magkamrában történő szekunder átkristályosodásra következtetett.

CAMBEL B.—KAMENICZKÝ L. vizsgálatai szerint a Gemeridák különböző korú (kambrium, devon, karbon) bázisos vulkanitjai nyomelemekben alig térnek el egymástól.

A *Magmás-Metamorf Bizottság* SZÁDECZKY-KARDOSS E. akadémikus elnökletével két alkalommal ülésezett. Beszámoltak a szófiai VII. és a belgrádi VIII. kongresszus között végzett munkáról. Az 1966. áprilisában tartott pécsi szimpiózium a magmás kőzetek és piroklasztikumok nevezéktani kérdéseivel, a magmatizmus és tektonika Kárpát-Dinarid kapcsolataival foglalkozott. Az 1966. szeptemberében Belgrádban tartott megbeszélésen komplex tanulmányokban foglalták össze a Kárpát-Balkán-Dinarid ofiolitos és neovulkanitos magmatizmus és metamorfózis képződményeit. 1967. áprilisban Budapesten a metamorfózis és az alsókéreg általános petrológiai kérdései mellett kidolgozták egy Kárpát-Balkán metamorf térkép elkészítésének előtervét. A vonatkozó dolgozatok az Acta Geologica Academiae Scientiarium Hungaricae IX., X. és XI. kötetében, részben pedig a szófiai kongresszus kiadványaiban jelentek meg.

A VIII. Kongresszus ülésén tovább foglalkoztak a Kárpát-Balkán-Dinarid rendszer 1 : 1 000 000 méretarányú metamorf térképének előkészítésével. Elfogadták SZÁDECZKY-KARDOSS E. akadémikus, a szekció elnökének javaslatát, mely szerint a térképeken a metamorfózis fokát, főcsapás-irányát, korát, tektonikai főciklusát és az intruzív magmás testeket kell feltüntetni, majd később át lehet térni a földtani fejlődés térképének megszerkesztésére a metamorfózist megelőző kőzet korának és típusának, s ezt követően a történések sorrendjében a tektonikai, magmatogén, metamorf, leülepedési és lehordási viszonyok feltüntetésével. Kijelölték országonként a felelősöket, és az egész feladat vezetésére a bizottság magyar elnökét kérték fel.

Kívánatosnak látták, hogy az 1969-ben Budapesten megrendezésre kerülő IX. Kongresszusra a teljes Kárpát—Balkán vonulatra elkészüljön az egyeztetett metamorf-térkép.

A szekció elnökének kezdeményezésére javaslatot tettek, hogy az 1969-ben Magyarországon megrendezésre kerülő kongresszuson a különböző szekciók előadásai néhány előre kijelölt témakörhöz kapcsolódjanak.

AZ IUGG—IAG—COMISSION ON RECENT CRUSTAL MOVEMENTS (CRCM) AULANKOI II. NEMZETKÖZI SZIMPÓZIUMA

BENDEFY LÁSZLÓ

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Uniónak a jelenkori kéregmozgások tanulmányozásával foglalkozó bizottsága 1965. augusztus 3. és 7. között tartotta második nemzetközi tudományos ülésszakát a finnországi Aulankoban.

A szimpóziumon 27 ország 105 küldöttje 53 tanulmányt mutatott be.

A *geodézia* tárgykörében WERNTHALER R. arról beszélt, hogy a mai kéregmozgások a pannóniai korú mozgások felújulásának látszanak, és fázisban eltérők a pleisztocén korú mozgásoktól. — BÖHM J. annak a valószínűségét vizsgálta, hogyan csökken a valószínű mérési hibák mértéke többször megismételt szintezések esetében. — KÄÄRIÄINEN E. a finn országos szintezési hálózat adataiból Közép- és Dél-Finnország évenként átlagosan 5 mm-es emelkedésére következtetett. — LANG A. szerint az NDK országos szintezési hálózatának újraszintezéséből számított szintváltozások ÉÉNy—DDK-i fő szerkezeti irányra utalnak. A görbék alakjukban és részleteikben a terepviszonyokhoz igazodnak a hálózatban maradt hibák következtében. — Az NSzK területe szintváltozási viszonyainak WERNTHALER R.-féle térképén a vezérirányok ÉNy—DK-iek, vagyis egyeznek a magyar medence mélyszerkezetén is áthúzódó BONČEV-féle középeurópai lineamentumrendszerrel. — SIMONSEN O. a Hold és a Nap gravitációs hatásával foglalkozva a szintezés csillagászati javítási értékének meghatározásáról írott könyvét ismertette. — WYRZYKOWSKI T. párhuzamot vont Fennoskandia és a lengyel-német síkság pleisztocén kori eljegesedési viszonyai és az utóbbi száz év alatt megállapított szintváltozási viszonyok között. BENDEFY L. az 50 évesnél régibb országos szintezési hálózatok kéregmozgás vizsgálatára való használhatatlanságáról szólt.

A *tengerszintészlelések és hidrológia* tárgykörében PESCHEL H., MONTAG H. a Keleti-tenger partvonala mentén 100 év alatt tapasztalt vízállásváltozásokról és a meteorológiai javításokról szóltak. — LISITZIN E. a finnországi tengerpartok, ÅSE L. E. a svéd tengerpart és Åland szigetvilága, YAMAGUTI S. pedig a japán partvidék mozgásviszonyait vizsgálták talattogram feljegyzéseknek a szabatos szintezési adatokkal való összehasonlítása alapján. Az 1964. Niigata-i földrengéssel kapcsolatos kéregmozgások függőleges elmozdulásainak mértéke elérte a 12—20 cm-t.

A *szeizmológia* tárgykörében BENDEFY L. az 1956. évi dunaharaszti földrengést megelőző, majd követő kéregdeformációkat ismertette. Az elnöklő

MIYAMURA S. szerint hasonló megfigyelések utat mutatnak a földrengésektől gyakorta látogatott területeken a földrengések előrejelzési módjának kidolgozására. — BURFORD R. O. a Szent András-törés és a Salinas River, illetőleg a Nacimiento-törés közötti területen végrehajtott vizsgálatának eredményei nyírásra és szögelfordulásra vallanak. Az elmozdulások nagyságrendje 20 év alatt horizontálisan 0,2—1,2 m között változik, vertikálisan pedig dm nagyságrendű.

A *geológia és geomorfológia* tárgykörben WEGMAN E. a svájci Alpokban geológiailag megállapítható, múltbeli mozgásviszonyokat ismertette. A svájci szintezési hálózat vonalai főként a völgyekben haladnak, és így továbbfejlesztésre szorulnak. BENDEFY L. a Magyar Medencének nagyszerkezeti képét vázolta a vele szomszédos területekkel kapcsolatban. HYYPPÄ E. keleti és északi Finnország negyedkori geológiájával, az eljegesedési viszonyokkal foglalkozott, a jégtakaró visszahúzódásának körülményeit kiránduláson mutatta be. IGNATIUS H. a finn partvidék és a belső területek posztglaciális emelkedési viszonyaival, WALLNER L. K. az észtországi partvidék mai mozgásviszonyaival, MEADE B. K. az észak-amerikai kontinens kéregmozgásaival foglalkoztak; LILLY J. E. 1926—1964. között megismételt szintezések alapján valószínűsítette, hogy a St. John-tó és Quebec városa, illetőleg a Szt. Lőrinc-folyam kiöblösödött torkolata közötti terület évi 5 mm-rel emelkedett. INNES M. J. S. és WESTON A. A. a kanadai pajzs emelkedésének és e terület gravitációs viszonyainak kapcsolatát, PERALTA M. M. a széles skálájú mexicói kéregmozgásvizsgálatokat jellemezte. SMALL J. B. szerint az 1964. évi nagy alaszkai földrengések után mintegy 1540 km hálózati hosszban végzett ellenőrző szintezések alapján a legnagyobb elmozdulást a Kenai-félsziget környékén találták Anchorage és Glennallen térségében: itt a vízszintes értelmű eltolódások értéke 0,714—1,903 m, a függőleges szintváltozásoké 0,107—0,168 m. MEADE B. K. a kaliforniai és alaszkai vízszintes elmozdulások meghatározásáról kiemelte, hogy a rövid időközökben jelentkező, a törés két oldalán ellentétes irányú, 3—4 cm-es elmozdulások igen megbízhatóan kimutathatók. — KAITERA P. az óceáni víztömegek helyi változásaiból, valamint a középtengerszint változásából következően az óceánok egész víztömegének változásából eredő nyomásváltozás hatását elemezte. — PAVONI N. képe átfogó a mai horizontális főbb kéregmozgásokról, kapcsolatban a kainozóos tektonikával, a Föld egészére kiterjedően. — Számos tanulmányt mutattak be a szovjet kutatók. Közülük a kelet-balti térség mai kéregmozgási viszonyaira vonatkozó kutatások anyaga önálló kötetben a litván tudományos akadémia kiadásában jelent meg. — PANASZENKO G. D. és NIKONOV A. A. Kola-félszigetének és környékének mai kéregmozgásviszonyait ismertették. — MESCHERIKOV J. szerkesztésében, a tartui észt tudományos akadémia kiadásában megjelent kötet az 1964. évi tallini és az 1965. évi aulankoi kéregmozgástani konferenciák szovjet anyagát tartalmazza.

Alapvető elméleti és vegyes problémák tárgyköréből MEISSER O. a gyors felszíni mozgások megfigyeléséről számolt be, melyek a műszaki okokból

megbontott kőzettömegekben a nagylétesítményeket, elsősorban a völgyzáró gátakat és vízerőműveket veszélyeztetik. Bemutatta a jenai Institut für Geodynamik által szerkesztett Extensometert, amellyel már 0,00001 mm-nyi változást észlelni tudnak. Meghatározták a nagylétesítményekben levő hajszálnyi repedések tágulását. A magasságváltozásokban tömlős szintezővel 0,01—0,002 mm-es eltolódásokat szabatosan és megbízhatóan mérnek. — KUKKAMÄKI T. J. a földkéreg hajlásviszonyait vizsgálta Finnországban egy merev csövű hidrosztatikus szintező készülékkel, amellyel a földkéreg árapály jelenségének mértéke is meghatározható interferometer útján. Fontos adalékokat szolgáltathatna nálunk is néhány KUKKAMÄKI-féle önműködően regisztráló hidrosztatikus szintezővel felszerelt megfigyelőállomás. — BENDEFY L. a földkéreg mélyebb szintjeiben végbemenő mozgásfolyamatok meghatározásáról és ábrázolásáról szólt. — PICHA J. a földkéreg árapályának megfigyelése kapcsán nyert mérési eredményeket ismertetett. — HONKASALO T. Finnország gravitációs viszonyait tárgyalta, kapcsolatban a fennoskandiai térség folyamatos szekuláris emelkedésével. — ROSSITER J. A. tanulmánya a középtengerszint legvalószínűbb értékének kiszámítására jól kezelhető, noha 8 tagból álló exponenciális függvényformulát javasolt, mellyel több mint 6000 európai vízállás-regisztráló állomás adatait dolgozták fel. — LENNON G. W. ismertette azoknak a vizsgálatoknak az eredményeit, amelyeknek célja az európai tengerek és nagyobb tavak vízállásában tapasztalható évszázados változás kimutatása. A tengerszint évszázados jellegű változása — vizsgálatai szerint — az 1880,5—1950,5 közötti 70 évben átlagosan évi +3,4 és —8,9 mm között mozgott, a szélsőértékek +5 és —10 mm körülick. — BOULANGER J. D. ismertette a szovjet földkéregmozgás-kutatás igen gazdag programját. A következő három esztendőben főként Krimben, Baszkuncsákban, Észtországban és Ashkabad környékén, valamint Kamcsatkában kezdődnek kiterjedt geodéziai, geofizikai, geológiai és geomorfológiai mérések és vizsgálatok.

A Szimpozium MESCHERIKOV elnök előterjesztésére elfogadta azt a határozati javaslatot, hogy összegyűjtse az anyagot Fennoskandia, Nyugat- és Kelet-Európa, valamint Észak-Amerika áttekinthető geokinetikai térképének elkészítéséhez. Kérik a küldötteket, hogy odahaza — a kutatások továbbvitelének módjára vonatkozóan — sajátos viszonyaiknak megfelelő javaslatokat tegyenek Nemzeti Bizottságuknak.

Az 1968. évi szimpoziumot a Szovjetunió területén tartják. Ez alkalommal a geológiai eredményeket kívánja az elnökség előtérbe helyezni.

Ugyanebben az időben tartotta generális ülését Aulankoban az IUGG Bibliográfiai Bizottsága, melyen KUKKAMÄKI T. J. főtitkár bemutatta a bizottságnak „A magyar geodéziai irodalom 1498—1960" c. munkánkat, és azt a nemzeti geodéziai bibliográfiák sorában nemzetközileg az első helyre sorolta. Ezt a helyezést az anyag gondos felkutatásával és gazdag annotálásával sikerült elérnünk.

KÖNYV- ÉS TÉRKÉPISMERTETÉSEK

Magyarország Nemzeti Atlasza

(Főszerkesztő: RADÓ SÁNDOR).

Kartográfiai Vállalat, Budapest 1967. 112. o.

Jelentőségét nehéz lenne túlbecsülni. Valóban hézagpótló mű. Megjelenése számos tudományág, köztük az MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályához tartozó földtudományok és a magyar kartográfiatudomány történetében is fontos esemény. Határkövet jelez: regisztrálja természeti erőforrásainkat, gazdasági és társadalmi eredményeinket a tudományok jelenlegi állásának tükrében, s ezáltal kiindulási alap a további tudományos és gyakorlati-tervezési munka számára.

Az MTA Földrajzi Bizottsága közreműködésével, a Kartográfiai Vállalat szerkesztő bizottságának (főszerk.: RADÓ S.) irányításával végzett szerkesztési és kartográfiai munkálatokban számos jeles intézmény és szakember vett részt (nevüket a térképlapokon is érdemes lett volna feltüntetni).

Az atlasz tematikája szerencsésnek mondható: Természeti viszonyok 5—36., Népesség, település 37—48., Mezőgazdaság 49—72., Ipar 73—92., Közlekedés, hírközlés 93—98., Kiskereskedelem, idegenforgalom, külkereskedelem, nemzetközi kapcsolatok 99—104., Kulturális, szociális ellátás 105—112. oldal.

A térképek jelentős része teljesen új, először ezen a helyen jelent meg, s az utóbbi két évtizedben elért számottevő kutatáseredmények térképi foglalata. Hogy mindezek pedig rendszeresen csoportosítva együtt láttak napvilágot a többi, igen gazdag anyagot felölelő, részben már korábbi ismereteket összesítő vagy azokat kiegészítő adatokra épülő térképekkel, a mű komplex, az összefüggéseket kitűnően megvilágító jellegét domborítja ki, s sokoldalú használhatóságát tovább fokozza.

Ugyanezt a célt szolgálják az egyes témakörök lapjait bevezető szöveges magyarázó részek. Kár, hogy ezekben viszonylag sok a sajtóhiba; közülük néhány értelemzavaró (pl. a 21. lapon a „Genetikai talajtérkép" magyarázójában „változásai" a „változatai" helyett stb.); néhány szóhasználat pongyola (a 3. lapon a földtani térkép magyarázója a „hegy" és „hegység" fogalmat következetlenül és helytelenül használja; a térkép „folyami homok"-ot ábrázol a jelkulcs szerint, a helyes kifejezés „folyóvízi homok" stb.).

Az egyes lapok fő- és melléktérképekre oszlanak, s méretarányuk (ami, sajnos, nem minden térképen szerepel) is eszerint változik (1 : 1 000 000, 1 : 1 500 000, 1 : 2 000 000, 1 : 2 500 000, 1 : 4 000 000, 1 : 5 000 000, 1 : 6 000 000, 1 : 7 000 000). A különböző lapok méretarányának megválasztása általában szerencsés. Vannak azonban feltűnően ritka (pl. állatföldrajzi felosztás) és viszont — igen zsúfolt lapok is (pl. néhány mezőgazdasági, ipari és kiskereskedelmi térkép). A színek célszerűbb alkalmazásával utóbbin talán lehetett volna kissé segíteni. Egyes lapokon zavaró a színek hasonlósága, különösen az alapszín megválasztása, ami az áttekinthetőséget csökkenti. Néhány folt nehezen ismerhető fel egyes lapokon (pl. a széles skálájú „Genetikai talajtérkép"-en, ahol egyébként a beírt számok segítik az olvasót, viszont téves színnyomás is előfordul a térképen — pl. a Balaton D-i partján).

A mű kollektív jellegében gyökereznek — a dolog természeténél fogva — legszembetűnőbb erényei és hibái egyaránt. Előbbiek a jellemzők, s elsősorban abban nyilvánulnak meg, hogy a szerteágazó témakörök mindegyikét a leghívatottabb intézmény, ill. szakember vagy kisebb munkaközösség dolgozta fel és ábrázolta az illető tudományszakban rendelkezésre álló ismeretanyag alapján térképen. A hiányosságok főként az egyes témaköröket felölelő térképek néhány azonos mondanivalója összeegyeztetésének és a terminológia azonosításának elmulasztásából adódnak, s ellentmondásokban mutatkoznak. Csak példaként említjük a „Földtan" (10—11. o. térképe), a „Geomorfológia" (18—19. o. térképe) és a „Genetikai talajtérkép"

(34—35. o.) c. lapokat, amelyek terminológiai, felfogásbeli különbségeket tükröznek, s részben ezek eredményeként is rajtuk azonos képződmények térképi ábrázolása különböző foltokra terjed ki (lösz, homokos lösz, löszös homok, futóhomok, folyóvízi homok stb.), ill. eltérő néven szerepel.

Anélkül, hogy a mű sok eredményét és kisebb számú hiányosságát tovább részleteznénk, úttörő jellegét, hazai és ezen túlmenően nemzetközi jelentőségét hangsúlyozzuk. Munkatársai és előállítói köszönetet és elismerést érdemelnek, olvasói, használói igen sokat meríthetnek belőle további munkájukhoz, s egyúttal észrevételeikkel segítséget is adhatnak a minden valószínűség szerint elkövetkező újabb kiadás során végrehajtható kisebb korrekciók elvégzéséhez.

Dr. Marosi Sándor

M. A. KASKAJ—S. A. ALJEV

Azerbajdzsán geotermikus térképe

Az intenzív kőolajkutatás és a részletes és pontos földtani térképezés lehetővé tette Azerbajdzsán geotermikus viszonyainak térképi ábrázolását. A térkép kiterjed a Nagy- és Kis-Kaukázus hegyláncainak keleti végére, és magában foglalja a Kura völgyét és Baku olajmezőit. KASKAJ akadémikus vezetése alatt az azerbajdzsáni tudományos akadémia geológiai intézete összegyűjtötte a természetes források és fúrt kutak összes geotermikus, geokémiai és hidrológiai adatait és azt szellemes módon térképen ábrázolta. A térkép a geotermikus és geokémiai zónákat többszínű ábrázolásban szemlélteti feltüntetve a kutak és források összetett hozamát is.

Három fontos geotermikus körzet van Azerbajdzsán területén: 1. Apseron félsziget és a csatlakozó tengerfenék, 2. Lenkorán vidéke, 3. Isztiszu vidéke. Az első két terület pliocén üledékes medence, mely gazdag olajtelepeket is tartalmaz, a harmadik 2000 m magasan van a Kaukázusban, és nevezetes gyógyfürdői is vannak.

Azerbajdzsán, mint a magyar medence, az alpi orogén övezet tagja, és a mért geotermikus grádiensek — bár kisebbek a hazai 15—20 m/C° értéknél — a földi átlagnál magasabbak. 2000 m mélységben általában 60—80° a hőmérséklet. Feltűnő, hogy a terület vízben rendkívül gazdag. és a források és kutak vízhozama nagy. A terület tektonikai szerkezete bonyolult, és geoizotermákat csak a harmadkori üledékes medencék területén lehetett megállapítani. A térkép e medencék fenekének izobathikus vonalait és a fenékhőmérséklet vonalait is ábrázolja.

A szerzők szerint ez a térkép alapját képezi a most meginduló geotermikus energiatermelésnek, melynek körvonalai hasonlóak a hazánkban folyó munkákhoz. Bár a nyert forróvíz hőmérséklete a mélységhez képest kisebb, mint nálunk, a geotermikus energia épületek, melegházak fűtésére alkalmas és nagyon gazdaságos.

A szerzők a térkép elkészítésével úttörő munkát végeztek bonyolult tektonikájú területen. Ilyen részletes geotermikus térkép csak hazánk geotermikus viszonyairól ismeretes. Bár Azerbajdzsán területén földi hőárammérés nincsen, mégis biztosra vehető, hogy e terület is tagja annak az átlagosnál nagyobb hőáramú kéregövezetnek, amelyre az alpi orogén tektonika jellemző.

Dr. Boldizsár Tibor

I. WIESBÖCK

Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich

1 : 500 000

H. KÜPPER—J. WIESBÖCK

Erläuterung und Index zur Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich

Österreichische Gesellschaft für Raumforschung und Raumplanung in Zusammenarbeit mit der Geologischen Bundesanstalt. Wien 1966, 101 p. + 1 K.

Az osztrák ásványvíz- és gyógyforrásokról kiadott térkép és magyarázó nem lenne egyéb gondosan szerkesztett, szépen kidolgozott, de szokványos munkánál, ha H. KÜPPER, a bécsi földtani intézet igazgatója nem írt volna elé figyelemre méltó előszót.

Ausztriában az idegenforgalom fontos bevételi forrás. Érthető, s nem is első kísérlet, hogy ezekről a hely kről térképi és index szerű tájékoztatást adjanak ki.

Az 500 000-es méretű térkép igen részletes névrajzot és finom szintvonalas domborzati rajzot ad. A különböző víztipusokat feltüntető jelek jól élnek a sűrű alaprajzú térképen, és a kereső index vonalhálózata — bár az is részletes — ügyes színválasztásával nem zavarja az áttekintést. A magyarázófüzet községek, víztipusok szerint sorolja fel a forrásokat, megadva egyúttal a róluk szóló irodalmat is.

A kiadvány nem egyes gyógyhelyek és fürdők propagálásáért, nem helyi érdekek szolgálatára született. Általános áttekintést szolgál az országos területi tervezés és területrendezés érdekében. A gyógyforrások a nemzeti vagyon jelentős részei, ezeknek gondozása és fejlesztése közérdek.

H. Küpper céloz arra a fejlődésre is, ami az összeurópai helyzet normalizálódása révén jött létre, és az államok közötti versenyhez vezet. Ez a verseny a műszaki fejlesztést a legkülönbözőbb területeken állami, ill. közös feladattá teszi.

Dr. Rónai András

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója — Műszaki szerkesztő: Farkas Sándor
A kézirat nyomdába érkezett: 1968. X. 8. — Terjedelem: 16 (A/5) ív, 27 ábra

68.66415 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

Ára: 34,– Ft

TARTALOMJEGYZÉK

AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓK, NEKROLÓG

Szádeczky-Kardoss Elemér: Bevezető Hazay István székfoglalójához 1
Hazay István: Vetületek alkalmazása ellipszoidi számításokhoz 3
Szádeczky-Kardoss Elemér: Bevezető Fülöp József székfoglalójához 23
Fülöp József: A földtani térképezés története, helyzete és feladatai Magyarországon 27
Szádeczky-Kardoss Elemér: Búcsú Kertai Györgytől 47

TANULMÁNYOK, HELYZETKÉPEK

Szádeczky-Kardoss Elemér: Geofizikai—geokémiai megfigyelő hálózat kiépítése Magyarországon 51
Szóbeli megjegyzések a *Geofizikai—geokémiai megfigyelő hálózat kiépítése Magyarországon* c. vitaindító tanulmányhoz 55
Írásbeli hozzászólások: a *Geofizikai—geokémiai megfigyelőhálózat kiépítése Magyarországon* c. vitaindító tanulmányhoz
Barlai Zoltán: A mélyfúrási geofizika hozzájárulása, lehetőségei a *Geofizikai—geokémiai megfigyelőhálózat*hoz 56
Barta György: Fúrólyukakban végzendő észlelések lehetőségei a geofizika területén 60
Béll Béla: A *Geofizikai—geokémiai megfigyelőhálózat kiépítésének kérdésé*hez meteorológiai szempontból 63
Kertai György: Hozzászólás a *Geofizikai—geokémiai hálózat kérdésé*hez 64
Kőrössy László: Szovjet kutatások eredményei a kőolaj migrációja terén 65
Tárczy-Hornoch Antal: A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumának javaslata a *Geofizikai—geokémiai megfigyelő hálózat kiépítése Magyarországon* c. tanulmányhoz 69
Schmieder Antal — Willems Tibor: A bányászattal kapcsolatos karsztvíz kutatás jelenlegi állása 71
Alpár Gyula — Orbán Aladár: A geodéziai műszervizsgálatok szabványosításáról 81
Barta György: A földtudományok néhány sajátsága és magyarországi fejlesztésük szükséges irányai 91
Bárdossy György: A bauxitföldtan jelenlegi állása a nemzetközi irodalom tükrében 97
Boldizsár Tibor: A magyar medence geotermikus viszonyai 119
Benkőné, Czabalay Lenke: Geobiokémiai vizsgálati módszerek alkalmazása a paleontológiai és paleoökológiai kutatásban 137
Mártonné, Szalay Emőke: A paleomágneses vizsgálatok földtani jelentősége 143
Nagy Lászlóné: A paleobotanika helyzete és feladata Magyarországon 153

BESZÁMOLÓK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKOKRÓL

Pantó Gábor: A Nemzetközi Földtani Kongresszus 23. ülésszaka és a Földtani Tudományok Nemzetközi Uniója Tanácsának (IUGS-Council) prágai ülése, 1968. VIII. 159
Szádeczky-Kardoss Elemér: Ülésszak az ásványtani-geokémiai vizsgálatok jelentőségéről a földtani kutatásban és a nyersanyag feltárásban 169
Székyné, Fux Vilma: A Kárpát-Balkán Földtani Asszociáció VIII. Kongresszusa és annak magmás-metamorf vonatkozásai 173
Bendefy László: Az IUGG—IAG—Comission on Recent Crustal Movements (CRCM), aulankoi II. Nemzetközi Szimpóziuma 175

KÖNYV- ÉS TÉRKÉPISMERTETÉSEK

Marosi Sándor: Magyarország Nemzeti Atlasza. (Főszerkesztő: Dr. Radó Sándor) 179
Boldizsár Tibor: M. A. Kaskaj—S. A. Aljev: Azerbajdzsán geotermikus térképe 180
Rónai András: I. Wiesböck: Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich 1 : 500 000. H. Küpper—I. Wiesböck: Erläuterung und Index zur Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich 180

Megjelent 1968. XII. hó 30.-án Index: 26.510

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK

KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

EGYED LÁSZLÓ, FÜLÖP JÓZSEF, PÉCSI MÁRTON, TÁRCZY-HORNOCH ANTAL,
ZAMBÓ JÁNOS osztályvezetőségi tagok

2. KÖTET 3. SZÁM

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

1969

X. OSZT. KÖZL.

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

2. KÖTET, 3. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST V., MÜNNICH FERENC UTCA 7.
KIADÓHIVATAL: BUDAPEST V., ALKOTMÁNY UTCA 21.

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

A kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia
Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest V., Münnich Ferenc utca 7.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Megjelent munkájáért minden szerzőt száz különlenyomat illet meg. A közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttatja 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 utca 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 05-915-111-46), külföldi megrendelések a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest I., Fő utca 32., Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 43-790-057-181) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának idegen nyelvű kiadványai az *Acta Geologica* és az újonnan megindult *Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica* c. folyóiratok. E lapok hivatottak a magyar föld- és bányászati tudományok eredményeinek legjavát, egyes kiváló külföldi tanulmányokkal együtt, a külföldnek tolmácsolni. A cikkek angol, német, francia vagy orosz nyelven jelennek meg (lehetőleg a szerző kívánsága szerint), a cikk nyelvétől eltérő nyelvű összefoglalóval. A cikkeket magyar vagy a szerző választotta idegen nyelven (és magyar nyelven) kell a szerkesztőségek címére (Budapest V., Münnich Ferenc u. 7.) beküldeni.

AZ 1968. ÉVI KÖZGYŰLÉSI OSZTÁLYBESZÁMOLÓ (KIVONAT)

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR
AKADÉMIKUS

A Bizottságokban és az Osztályvezetőségben megvizsgáltuk az OTTKT megvalósításával kapcsolatos feladatokat. Javaslatokat dolgoztunk ki a kutatások irányítására és egybehangolására az új gazdasági mechanizmus feltételei között. Az Osztályvezetőség az osztályapparátussal együtt megvizsgálta, miként lehet az egyes tudományterületeken optimális kapcsolatokat létrehozni a kutatószervek és vállalatok, a kutatási feladatok és a társadalmi gazdasági igények között. Felmértük tudományterületeink kutatóbázisainak nagyműszer-készletét, és javaslatok születtek a szélesebb körű, gazdaságosabb kihasználásukra vonatkozóan. Az egyes tudományágak és a velük kapcsolatos egyes gyakorlati tevékenységek helyzetének és fejlődési tendenciájának egybevetése alapján az Osztályvezetőség a Bizottságok közreműködésével kidolgozta, mely tudományágakat és kutatóbázisokat milyen irányban kell a következő időszakban fokozottabban fejleszteni. Állásfoglalásra kértük fel egyes illetékes szerveinket a káderutánpótlás és kádernevelés helyzetének részletes vizsgálatában.

A Bizottságok ez évben elsősorban a központi tudománypolitikai és akadémiai tudományszervezési feladatokat oldották meg, s így kevesebb teret szentelhettek saját kezdeményezésből származó elvi kérdések, tudományos helyzetképek megvitatására. Mégis e téren is fontos eredmények születtek.

Különösen kiemelkedő ez évben a *Geokémiai Tudományos Bizottság* sokoldalú és jól előkészített munkája: a nemzetközi rendezvények geokémiai vonatkozású eredményeinek megvitatása, a hazai nyomelem-kutatások, a nemzetközi agyagásvány-kutatás helyzetképének elemzése és az elektronmikroszonda hazai működtetésével kapcsolatos kérdések terén.

Ugyanitt felmérést végeztek, és magas szintű vitát folytattak a geológiai-mineralógiai káderkérdés tárgyában.

A *Földtani Tudományos Bizottság* behatóan foglalkozott a Magyar Állami Földtani Intézet centenáriumával kapcsolatos szervezési és tudományos kérdésekkel, továbbá a földtani minősítettjeink tudományos tevékenységével.

A *Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Tudományos Bizottság* vizsgálta a MTA Olajbányászati Laboratórium munkalehetőségeit, fejlesztési és elhelyezési kérdéseit.

A *Földrajzi Tudományos Bizottság* munkájában a hazai és nemzetközi konferenciák és tanulmányutak, a szakterületek nemzetközi kapcsolatainak értékelése, a tudományszak folyóiratainak, könyvkiadásának kérdései szerepeltek akadémiai és nem akadémiai vonatkozásban.

A *Geodéziai Tudományos Bizottság* mintaszerű és határidőkhöz pontosan igazodó munkavégzése mellett ez évben is meghallgatta és megvitatta a tudományterület egy reprezentáns művelőjének beszámolóját tudományos munkájáról.

A *Geofizikai Tudományos Bizottság* szakmai és tudománypolitikai értékelést adott a tudományterület ágazatainak kiemelkedő eredményeiről, és állásfoglalást dolgozott ki az aranyosvölgyi geofizikai kutatóállomás felállítása tárgyában.

A *Meteorológiai Tudományos Bizottság* továbbra is fontos feladatként kezelte az országban folyó agrometeorológiai, hidrometeorológiai, valamint egészségügyi- és biometeorológiai kutatások koordinálását. Kutatóintézetei együttműködésének kiterjesztése céljából munkabizottságokat hozott létre.

A *Bányászati Tudományos Bizottság* elemezte a bányászati vízvédelemmel kapcsolatos tudományos kutatások jelen helyzetét. Ezt külön munkacsoport több mint egy éves munkával készítette elő. Alapos jelentésből kiindulva foglalkozott a Mecseki Szénbányászati Tröszt Kutatási Osztályának értékelésével. Az európai és hazai szénbányászat munkatermelékenységének összehasonlítása révén részleteiben foglalkozott a hazai fejlesztési és kutatási feladatokkal, elsősorban a bányászat munkatermelékenységének fokozása érdekében.

Bizottságaink vezetésében évek során különösen kiemelkedő, értékes munkát végzett Székyné dr. Fux Vilma docens, a föld- és ásványtani tudományok kandidátusa. Ennek elismeréseképpen Osztályvezetőségünk előterjesztésére magas kormánykitüntetésben részesült.

Tudományos Bizottságainkban az Osztályunk által kijelölt fő kérdések megoldásában a közelmúltban kiemelkedő eredményeket értek el: Grasselly Gyula egyetemi tanár, a föld- és ásványtani tudományok doktora, Kakas József főosztályvezető, a földrajztudományok kandidátusa és dr. Alpár Gyula tudományos osztályvezető, a műszaki tudományok kandidátusa. Mindhármukat az Osztályvezetőség dicséretben és pénzjutalomban részesítette.

1968. ÉVI TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK „AZ ORSZÁG TERMÉSZETI ERŐFORRÁSAINAK KUTATÁSA ÉS FELTÁRÁSA" CÍMŰ KIEMELT FELADAT TERÉN

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR
AKADÉMIKUS

Rövid áttekintésem az ország érdekelt kutatói *egészének* figyelmét kívánja felhívni a legfontosabb eredményekre, a széleskörű földtudományi tájékozottság kialakítása, főképpen pedig a kapcsolatok lehetővé tétele és iniciálása érdekében. Ezért kitér a kapcsolatos akadémián kívüli, pl. külföldi eredményekre is.

Ez a feladat közérthetőséget és tömörséget igényel. A szakmai részletek és egzaktság tekintetében az eredeti tanulmányokra utalunk.

Ez összefoglalást a kiemelt feladat első két témacsoportjára, a mélyszerkezeti és a fácieskutatásra koncentráljuk, minthogy ezek szintézise Osztályunk tudományágazatainak különösen széleskörű kooperációját igényli. A másik két témacsoport, a szénhidrogénmigráció és a gazdaságos bányászati termelés kérdéseinek előrehaladását rövidebben jellemezzük.

I/1. A magyarországi *felső köpenyre* vonatkozó kutatások elsősorban TÁRCZY-HORNOCH ANTAL igazgató akadémikus irányításával a soproni Geofizikai Kutató Laboratóriumban folytatódnak. A vizsgálatokat ÁDÁM ANTAL, VERŐ JÓZSEF és munkatársaik végzik. E téren jelenleg elsősorban módszertani vizsgálatokra van szükség, így a soproni kutatások jelentékeny hányada ilyen jellegű.

A széles spektrumú magnetotellurikus mérések egyrészt a VI. nemzetközi mélyszeizmikus vonal mentén, másrészt a magyar medence egyes szélsőségesen anizotróp vagy különlegesnek ígérkező szerkezetein, pl. Ny-magyarországi kristályos tömegen történnek.

Megállapítást nyert egy nagyjából KÉK—NyDNy irányú, jelentékeny anizotrópia tengely, ami nyilván a magyar medence kéregszerkezeti főirányával párhuzamos. Van azonban egy KDK—NyÉNy irányú anizotróp tengely is. Újabb mérési eredmények is megerősítik, hogy a Gutenberg-féle kis szeizmikus hullámsebességű övnek megfelelő jól vezető réteg a magyar medence alatt is jelen van, éspedig számottevően kisebb mélységben, mint pl. a Szovjetunió táblás területén.

Kapcsolódik e kérdéshez BISZTRICSÁNYI EDE eredménye, mely szerint szeizmikus törésfelület is feltehető mintegy 90 km mélységben, kb. ott, ahol a változások az elektromos vezetőképességben is mutatkoznak.

MTA X. Osztályának Közleményei 3. 1969

A hazai földkéreg *szeizmikus* vizsgálata az ELGI-ben nemzetközi egyezményeinknek megfelelően tovább folyt. Az újabb eredményeket MITUCH ERZSÉBET értékelte. Vizsgálatai szerint az ÉK-i Magyarországon kezdődő III. mérési vonal mentén a harmadkori medencén belül megkülönböztethető egy 5,2 km/sec sebességű határfelület — 2—3 km mélységben. A harmadkori medence aljzatáról 5,5—5,8 km/sec sebességű hullám verődik vissza. Az ennek megfelelő határfelület kb. Tarpa és Hajdúhadháza közötti szakaszon 4—5 km mélységű medencét alkot, míg e községek közelében 2—3 km-re felemelkedik. Az alatta következő „mezozoikum és paleozoikum" az említett medence alatt mintegy 2—3 km, több más helyen, pl. Tarpa vidékén azonban 5—6 km vastag és megfelelhet a KŐRÖSSY L.-féle flis övezetnek.

Az ún. gránit felső határát egy kb. 6,1 km/sec sebességű visszaverődési felület jelzi. Ez a felület nemcsak itt, hanem az ország eddig vizsgált többi vonalai mentén is túlnyomóan 6—7 km mélységben van.

Az ún. gránit övön belül helyenként egy 6,5 km/sec sebességű határfelület is jelentkezik, amely az ország több helyén is mintegy 13,5 km mélységben volt kimutatható.

A világátlagtól kevéssé (kb. 4 km) eltérően, mintegy 19 km mélységben több helyen jelentkezik a gránit-gabbro határnak tekintett kb. 6,9 km/sec-os CONRAD-határfelület.

A MOHO-felszín határsebessége hazánkban mintegy 8,1 km/sec, és mélysége túlnyomóan 25 km körül ingadozik, tehát a világátlagnál kb. 8—10 km-rel kisebb mélységben van. Míg tehát granitoidnak minősíthető „sziál" kérgünk közel normális vastagságú, addig az alsó „bazaltos-gabbroidális" kéreg igen vékony.

MITUCH az eddigi mérések alapján a MOHO-mélységről provizórikus térképet szerkesztett. Ezen felismerhető az ország felszínközeli tektonikai főirányaival kb. párhuzamos, nagyjából ÉK-i csapásirányú köpenyboltozati tengely, amelyben a köpeny mintegy 24,5 km mélységig is felemelkedik. E tengelynek ez idő szerint két fő szakasza különíthető el: az egyik Dunaföldvár táján, a másik pedig ma még csak durván körvonalazhatóan — úgy látszik valahol Miskolc vidékén, vagy attól kissé É-ra, a Cserehátban kulminál. E köpenyboltozati tengely két szakaszát kb. Dabas vidékén átmenő harántgerinc választja el egymástól.

E tengellyel párhuzamosan a bakonyi mezozoós „geoszinklinális" vidékén a kéreg hirtelen kivastagodik, maximálisan kb. 30 km-re. Jóval laposabb felületű kéregkivastagodás jelentkezik a Kőrös-torkolat és Békéscsaba vidékén.

Figyelemre méltó ugyancsak, hogy a Moho-felületet Magyarországon kettős határfelületnek találták. MITUCH e két felület közötti távolságot kb. 1—1,5 km-nek határozta meg.

A MOHO-felszín nagy lesüllyedése hazánk területén kívül a III. nemzetközi mérési vonal szovjetuniói részén, az ÉK-i Kárpátok közelében kezdődik, és

a Kárpátok alatt kb. 55 km-es maximumot ér el. Az ottani vizsgálatokat végző SOLLOGUB és munkatársai szerint a kéregkivastagodás nem folyamatos, hanem a K-i Kárpátok belső határánál a magyarországi vékony és a kárpáti vastag kérget lépcsős vetőrendszer választja el egymástól.

A magyar medence 8—10 km-es kivékonyodása STEGENA L. számítása szerint izosztatikusan kb. 1 km-es süllyedést okoz. Ehhez járul a harmadkori üledékek 2,5 km-es rárakódása, mely további 1,5 km-es süllyedést hoz létre.

A geofizikai adatok szintetizálását az ELGI-ben SZÉNÁS GY. végzi. Ennek során rámutatott, hogy hazánkban a CONRAD-szint a normálisnál éppen a medence üledékösszlet 4 km-es vastagságával mélyebb helyzetű, 15 km helyett 19km. A MOHO-felület viszont abnormálisan közel kerül a CONRAD-szinthez, amiből következik, hogy a kéreg vékonyodása alulról kezdődik. A medenceképződés — STEGENA eredményével összhangban — passzív izosztatikus süllyedés, a kéreg vékonyodásának következménye. A passzív medenceképződéssel szemben a geoszinklinális képződés aktív süllyedés: „a geoszinklinális kérgét alulról valami beszívja". SZÉNÁS szerint a valódi kárpáti geoszinklinális csak az ausztriai mozgások során, tehát az alsókréta végén alakult ki, amikor az Alpokban és a Dinaridákban a kéreg süllyedését már emelkedés váltotta fel. (E kérdés értelmezésére a következő tanulmányban visszatérünk.)

Minthogy a magyarországi kéreg alja zárt kupolát alkot, ebben a földi hőből és a plasztikus deformáció által termelt hőből nagy mennyiség akkumulálódott, és a kéreg alján „latensen olvadt túlnyomásos állapot" jött létre. A túlnyomásos anyag az alsókréta végétől a pleisztocénig terjedő időben vulkáni képződmények alakjában a felszínre tört, a kéreg besüllyedésével párhuzamosan. A Kárpát-medence kérgének e sajátos hőmérsékletviszonyait részben ezzel a lokális hőtermelési folyamattal magyarázza.

SALÁT P. geotermikus vizsgálatai során két újabb hőáram-meghatározás történt: a Mecsekben Kővágótöttösön $2{,}5.10^{-6}$ cal/cm^2 sec, a budapesti Népligetben $1{,}2.10^{-6}$ cal/cm^2 sec értéket kaptak. A Mecsekben tehát a világátlagnál nagyobb hőáram igazolást nyert, a budapesti mérés normális értéke azonban a magyarországi földi hőtér vizsgálata pontosabbá tételének szükségességére utal.

A geometrikus grádiens alföldi felszínközeli nagy értékeinek a nagyobb mélységben való csökkenésére további adatokat állapítottak meg.

A kéregmozgások vizsgálatával összefüggnek azok a munkálatok, melyeket a OFTH a szabatos szintezési hálózatra nézve végzett. A kísérleti objektumok stabilitását mérték, és kísérleti vonalat építettek ki a Komárom-Nyergesújfalú—Budapest szakaszon. A vizsgálatok jelenleg még módszertani jellegűek. A vizsgálatok főleg HAZAY I. lev. tag munkájához fűződnek.

Bár nincs közvetlen kapcsolatban a kiemelt feladattal, de általános jelentősége miatt azt közvetve érinti néhány a kéregszerkezettel és a hegység-

képződéssel szoros összefüggésben álló új földfizikai eredmény. A Nemzetközi Szélességszolgálat Obszervatóriumainak 35 éves észlelési sorozatában évszázados változást mutattak ki, melyek a nívófelület és a gravitációs tér évszázados változásával magyarázható, megyegyezésben BARTA GY. eredményeivel, aki ez adatokban jellegzetes sajátságokat imert fel. Ezek alapján a sarki lapultság és a geoid alak időbeli változására lehet következtetni. A sarkmagasság-ingadozás és a földrengések ingadozásának időbeli eloszlása között feltételezhető összefüggést is talált.

Érdekes eredményeket adtak a MÁRTON P. és P. SZALAY E. által végzett legújabb paleomágneses vizsgálatok. Ezek kiterjedtek a mecseki trachidoleritekre, a komlói, a mátrai és cserháti andezitekre, valamint egyes mátrai riolitokra. Az értékelhető trachidoleritekre nagyjából az európai átlagnak megfelelő értékeket nyertek, tehát a pólushelyzet kb. a Novaje Zemljának felel meg. Ezzel szemben a helvét korú komlói andezitben meglepő, kb. 90°-os eltérésre utaló, tibeti pólushelyzetet állapítottak meg. A torton korú mátrai és cserháti adatok nagyjából ismét az európai közép miocén átlagnak felelnek meg. (A hazai földkéreg egyes részeinek nagymérvű elcsavarodásának kérdésére a következő dolgozatban visszatérünk.) MÁRTON és SZALAY adatai szerint a kréta trachidoleritre vonatkozó polaritás fordított, míg a fonolitban egyenes. A Mátra andezitjeinek egymásra következő szintjeiben is rendszeresen változik a polaritás. Az alsószarmatában világszerte egyenes polározottság alapján feltételezhető, hogy az ilyen jellegű mátrai felső-andezit szint szarmata korú.

I/2. A mélyszerkezet oknyomozó vizsgálatának egyik elvileg lényeges és mind több gyakorlati szempontot feltáró tárgyköre a kőzetmetamorfózis. Ezért nagy figyelmet fordítunk a Kárpát-medencék és környezetük metamorf kőzeteinek és metamorf folyamatainak vizsgálatára. Társszerzőkkel, JUHÁSZ Á., ORAVECZ J., PANTÓ G. és SZEPESHÁZY K.-nal összefoglaltuk a magyarországi metamorfitokra vonatkozó eddigi főeredményeket. Hasonló szintézisekre kértük fel a szomszéd államok kutatóit. Az eredményekből kiderült, hogy a Kárpát—Balkán—Dinarid területeken lényegileg csak a bajkáli, kaledóniai és a hercini ciklus jelentkezik, szemben az Alpokkal, ahol az alpin ciklusbeli metamorfit csoportok is lényeges szerepet játszhatnak. A szomszédos ukrán táblában viszont lényegileg éppen az ezeknél közvetlenül idősebb ciklusok termékei szerepelnek, és ott a fiatalabb ciklusokat mindössze a régebbi kristályos képződményeket áttörő magmás képződmények képviselik. Azt mondhatjuk tehát, hogy a D-európai orogén övben az átkristályosodás túlnyomóan kb. 1000—1200 millió évnél fiatalabb, míg a táblákban ennél idősebb folyamat. A Pannon-medencében a hercin hegységképződés az ó-paleozóos üledékeket többnyire csak epimetamorf, sőt részben csak zeolitfáciesű kőzetekké alakította, azonban a mezokőzetek közt is vannak herciniek. Különösen a peremeken, az alpin takarórendszer folytatásának mélyebb

tagjaiban vannak hercin mezoövbeli kristályospalák, pl. Sopron és Kaposvár vidékén, sőt a nyilván egykori nagyobb mélységből kiemelt mecseki-szolnoki kristályos sávban is hercin átkristályosodási termékek mutathatók ki az abszolút kormeghatározás módszereivel (SZEPESHÁZY, JUHÁSZ, KOVÁCH).

A metamorf övezetnek pontosabb kiterjedése és kapcsolata meghatározására javaslatunkra megkezdődött a KBD terület 1 : 1 000 000 méretű metamorf térképének nemzetközi kidolgozása. A metamorfózis térkép szerkesztése világviszonylatban is újszerű vállalkozás.

Lényeges kérdés a különböző korú metamorf folyamatok fő irányainak meghatározása. A dunántúli metamorfitok fő szerkezeti irányairól legújabban BALLA Z. készített tanulmányt. Szerinte a prevarisztid kristályos palahegység főcsapása ÉÉK, míg a fillites epimetamorf hercin-varisztikus átalakulás ÉÉNy-i, az alpin tektonika pedig KÉK-i, ún. „érchegységi" irányú. Hangsúlyozandó, hogy itt a kristályos paláknak az átkristályosodáskor kifejlődött, utólag rendszerint alig változó dőlés- és csapásirányáról van szó, nem pedig a megmaradt kristályos *vonulatok* fő csapásirányairól, amelyek az előbbieknél nyilván fiatalabb szerkezeti hatásokat tükröznek.

I/3. A Kárpát-Balkán Asszociáció Tektonikai Bizottsága munkaközösségében BALOGH K. és KŐRÖSSY L. elkészítették Magyarország tektonikai térképét. Eszerint az ország harmadidőszaki medencéje alatti fiatal-proterozoikus, azaz bajkáli ciklusú, túlnyomóan csillámpalával és gneiszekkel képviselt mezozonális kőzetei a Sopron vidéki és az É-Börzsöny—DNy-Mátrai folton kívül főleg 4 nagyobb, lényegileg KÉK csapású sávban jelentkeznek: 1. a Zagyva alsó folyásától ÉK-re a Középső-Tisza mentén, 2. a Berettyó vidékén, 3. az ország D-i felében, a Nagykanizsa-Kaposvár K—Ny-i vonaltól D-re és a 4. kisebb elkülönülő foltok alakjában a nagyalföldi D-i, ill. centrális részen.

A kaledon képződményt e térkép csak a prehercin gránitok foltjaiban ábrázolja.

BALOGH és KŐRÖSSY a herciniai tektonikai egységbe az epimetamorf fillites agyagpalás kőzeteket és mészkő betelepüléseket sorolják. Ennek nagyobb összefüggő foltjai a Kisalföld Ny-i felében a Balaton D-i környezetétől a Velencei-hegységen keresztül a Mátra K-i részéig és a Cserehát vidékén (Hernád-völgy) szerepelnek. Emlékeztetünk itt arra, hogy az újabb abszolút kormeghatározási adatok szerint a Sopron és a Kaposvár vidéki kristályospalák is hercin-varisztikus átkristályosodási fázisba sorolandók.

Ettől látszólag több tekintetben is eltérő képet ad WEIN GY. új tanulmánya a DK-dunántúli hegységszerkezetről. A különbség főleg abból adódik, hogy WEIN térképei főleg az idősebb, a BALOGH—KŐRÖSSY féle viszont főleg a fiatalabb elemeket tüntetik fel. WEIN térképei az ország Ny-i felében is lényeges hajlás nélkül áthaladó, DNy-i csapású szerkezeti vonalakat ábrázol-

nak. A lineamentum jellegűnek feltételezett legjelentősebb vonal DNy-i csapásiránya egészen Zágráb vidékéig terjed, (Zágráb—Kulcs vonal) ezt WEIN régi (varisztikus, vagy prevarisztikus) elemnek tekinti. Viszont a Ny-i, ill. D—DNy-i csapásirányok fiatalabb szerkezeti elemelet képviselnek. WEIN a Dinaridák É-i határának a Száva vonalat, (tehát nem a PETKOVIĆ feltételezte Dráva vonalat) tekinti. WEIN felfogása mellett szólnak RAFAELLInek a Papukhegység kristályos tömegére vonatkozó eredményei, aki az epi- és mezokristályospala csapásokat uralkodóan KÉK-inek, tehát még D-magyarországi jellegűnek térképezte.

Az említett lineamentum az igali paleozóos övet különíti el a D-en következő kaposfői kristályos vonulattól, ettől D-re a mecseki 8 km vastag permomezozoikumot tartalmazó geoszinklinális, majd a mórágyi kristályos vonulat következik (Kecskemét felé kiszélesedéssel), ettől D-re pedig a villányi 4 km-es permomezozoikumot tartalmazó geoszinklinális.

WEIN részletesen jellemzi a magyar föld történetét nagymértékben megvilágító DK-dunántúli gazdag rétegsort.

Most van megjelenőben DANK V. és FÜLÖP J. szerkesztésében, SZEPESHÁZY K., JUHÁSZ Á., CSALAGOVITS Imre, CSÁSZÁR G. és RADÓCZ GY. közreműködésével készült Magyarország 500 000-es medence-aljzat térképe. E térkép megjelenése előtti felhasználási lehetőségét FÜLÖP J.l ev. tagnak köszönöm.

Ez a térkép a kőzettani tényeket lehetőleg feltevésmentesen rögzíti. Mellőzi pl. a metamorf kőzetek korára vonatkozó elkülönítéseket. Így adódik a pásztás mélyszerkezet, mely az ország DNy-i részén és ÉK-i felében uralkodóan KÉK-i, a középen (a Duna vonala mentén és ÉNy-on) ÉK-i csapású. Az elkülöníthető pásztákat É-ról D-felé haladó sorrendben a következőképpen sematizálhatjuk.

1. Mezozonális kristályos öv Sopron és Balassagyarmat vidékén.

2. Anchi- és epimetamorf öv a Rába vidékén és Nógrád-Borsod, É-Zemplén övezetében, az utóbbi területen részben triásszal takarva.

3. A magyar középhegységi nagy szélességű triász vonulat a Dunántúl egy részén krétával takarva, a Balaton—Velencei-hegység övben fillit és gránit aljzattal váltakozva.

4. Keskeny magmás metamorf fekü öv.

5. Mecsek—Szolnok—Debrecen jura-kréta vonulat, a Mecsek vidékén perm és triászhoz kapcsolódva.

6. A Pécs—Kecskemét—Sebes-Körös vidéki komplex gránit és mezo-„kata"-kristályos vonulat.

7. Villány—Kiskunhalas—Békéscsaba perm-mezozoós vonulat.

8. Szeged—Battonya kristályospala-gránit vonulat. DNy-on, Kaposvár vidékén a jura-kréta öv kimaradásával a 4. és 6. kristályospala gránitöv összeolvad.

Minthogy ez a térkép a harmadkor előtti képződményeket ábrázolja, nem tünteti fel az újabban nagyrészt idős harmadkorúnak minősült Alsó-Tisza menti flis vonulatot.

I/4. A magyar medence mélyén is végbemenő *kőzetátalakulási folyamatoknak* a Geokémiai Kutató Laboratóriumban folyó kísérleti vizsgálat során megállapítást nyert, hogy a gőznyomás és a hőmérséklet nem határozza meg egyértelműen a kőzetátalakulás fokát. Ugyanazon a gőznyomáson és hőmérsékleten az ásványfácies mintegy 550 C ° hőmérsékletig a vízmennyiségtől, ill. a hézagtérfogattól is függ. E tartományban a vízmennyiségnek, ill. a hézagtérfogatnak a gőznyomásnál is jelentékenyebb hatása van. A vízmennyiségnek növelésével a hidroszilikátos kőzetrendszerekben növekvő mennyiségű montmorillonit-fajta keletkezik.

A természetes kőzetátalakulás viszonylag kis vízmennyiség értékeknél megy végbe, míg a nagyobb víztartalmú folyamatnak a természetben a metaszomatikus ásványkiszorítás a meta- és hipomagmatit képződés és az érctelérek fenti hidrotermális folyamatok felelnek meg. Az ásványfáciesek rendszerébe tehát a metaszomatikus folyamat „montmorillonitfácies"-ként sorolható.

A barnaszénben a gőznyomás már 250, ill. 320° C-on igen magas, 1500 atm-t meghaladó értéket vesz fel, a keletkező kritikus állapotban levő gázok hatására. Viszont az agyagos kőzetekben ugyanilyen körülmények között még jelentékeny előzetes tömörítés esetén sem jelentkezik különösen magas gőznyomás. A hőmérsékletnek megfelelő egyszerű vízgőznyomásnál lényegesen nagyobb gőznyomást ui. csak igen kis hézagtérfogatnál lehet elérni, és ilyen kis hézagtérfogatot az irodalmi adatok szerint a mélyfúrásokban megfigyelt természetes agyagok sem érnek el. Így feltételezhető, hogy nagy gőznyomás az agyagos kőzetekben rendszerint még kb. 15 km mélységben sem állhat elő különleges hatásmechanizmus nélkül.

Alapvető különbség van a szilikátkőzetek és a szénkőzetek metamorfózisa között. A szilikátkőzetek átalakulása határozott hőmérséklet és nyomásértékeknél megy végbe, és megfelelő nyomásértékek csak igen nagy tömörödésnél, ill. különlegesen nagy illótartalom esetén jelentkeznek. A szénkőzetek átalakulása viszont folyamatos, és ez általában a barnakőszénből fejlődő hiperkritikus gázok által okozott nagy gőznyomáson megy végbe.

E munkálatokban a szerző vezetésével Kliburszky B., Pesty L., Tomor E. és Tomschey O., továbbá Bárdossy Gy. és Soós L. vettek részt.

I/5. Sokoldalú előrehaladás történt a mélyszerkezetkutatás *magmás megnyilvánulásainak* elemzésében is. Az alpin ciklus ofiolitos magmatizmusáról Szepesházy K., Székyné Fux V. és Juhász Á.-al végzett szintézisünkből kiderült, hogy az a Nagyalföld alatt jóval kisebb méretű, mint eddig gondoltuk. Az ofiolitos magmatizmus közelebbi sajátságait illetően Vendel M. akadémikus végez már eddig is sok eredményt adó vizsgálatokat.

Kiss J., Kubovics I., Pantó G., Pantó Gy. és Székyné Fux Vilmával együttműködésben összefoglaltuk a hazai ún. neovulkánosság, vagyis a szubszekvens andezites dacitos-riolitos magmaműködésre vonatkozó genetikai ismereteket. Eszerint ez a folyamat a korábbi és mélyebbre süllyedő primér dinári geoszinklinálisban indul meg, és időben fokozatosan tolódik el a Pannon-medence felé. Jugoszláviában és Bulgáriában a szubszekvens vulkánosság már a felsőkrétában kezdődik, a Dunántúlon főleg paleogén-korú, É-Magyarországon és Szlovákiában főleg tortonkorú, míg a Tokajban és a Vihorlát—Gutin—Hargita vonulatban súlypontilag szarmata- és pliocénkorú. Egyetlen ellentmondásnak látszott e kép szabályosságában a komlói és egyéb mecseki új andezit miocén kora. Némedi-Varga Zoltán azonban Vadász meggondolásaiból kiindulva arra mutatott rá, hogy az andezitek a miocénnál idősebbek, a krétánál fiatalabbak lehetnek. Ez a kérdés még nincs lezárva. Ravasz Cs. doktori értekezése ui. továbbra is a képződmények miocén korát valószínűsíti. Némedi-Varga azt is feltételezi a mágneses anomáliák alapján, hogy az andezit-magmatizmus a Mecsek, a Dunántúli-Középhegység és a Velencei-hegység közt nagyobb kiterjedésű: itt az eddig diabáznak tulajdonított anomáliák is főleg andezites eredetűek.

Sárospatakon fúrásban megtalálták a legfiatalabb pliocén-pleisztocén korú bazalt vulkánosság képviselőjét is, teljesebbé téve a Kárpát-medencéknek azt a finális vulkanizmus gyűrűjét, amelyet magmatektonikai levezetés alapján már régebben feltételeztünk.

A neovulkánosságnak az orogének közelében andezites jellegű és különböző felépítésű vulkánjai lényegileg egy többé-kevésbé összefüggő hasadékrendszeren kerültek a felszínre, míg az ignimbrites vulkánosság, mint arra először Pantó G. lev. tag rámutatott, nagyobb részt centrálisabb helyzetben az eltakart medencerészek képződménye.

Erre vonatkozó ismereteink lényeges új elemekkel bővültek Pozsgay Károlynak a magyarországi földmágneses hatókra vonatkozó tanulmánya alapján. Pozsgay az ismert előfordulások tekintetbevételével többek közt megállapította, hogy a későorogén andezites-dacitos vulkanizmust képviselő miocén hatók nemcsak — az eddigi ismereteknek megfelelően — az ország ÉK-i negyedében, hanem innen DNy-i csapásirányban az ország középvonalában végig valószínűsíthetők. Ezek az új, elrejtett miocén hatók részben a Mecsektől É-ra feltételezhető, részben savanyúbb ignimbrites magmatizmus képviselői lehetnek.

Pantó Gy. a *Börzsöny É-i részében* részletes és korszerű vizsgálatokkal a vulkánosságnak 3 szakaszát különítette el. A 3 szakasz bizonyos mértékig a Cserhát-Mátra vulkánosság már ismert 3 szakaszának analogonja. A két első szakasz savanyúbb termékei után fokozatosan bázisosabbá válik, az elhaló harmadik szakasz azonban már nem jut el a bázisos állapotig. Az egyes vulkáni szakaszok övezeteiben megkülönböztethető egy belső redukált és egy külső

oxidált gyűrű. A magmás differenciáció részletes tanulmányozása kismélységű másodlagos magmakamrák valószínűsítéséhez vezetett. Ilyen másodlagos kamra KUBOVICS I. előző évi vizsgálatai szerint a Mátrában is feltételezhető, és megfelel egy régebbi magmatektonikai levezetésünknek.

A hazai neogén vulkanizmus anyagának előzőleg transzvaporizációs alapon elvileg levezetett, felső kéreg által kontaminált bazaltos eredetét közvetlenül valószínűsítik azok a Sr-izotópos vizsgálatok, amelyeket KOVÁCH Á. és munkatársa végzett PANTÓ G. lev. taggal kooperációban. Erre a Sr-izotóp arány változásának más alkotórészekkel való korrelációs értékei utalnak.

Figyelemreméltó eredmények születtek egyes mélyfúrások magmás anyagának mélyreható feldolgozásával. KUBOVICS I. vizsgálatai szerint a Mátra és Cserhát közti besüllyedt öv hipo- és metamagmás kőzetátalakulása igen intenzív és zeolit — (éspedig felül klinoptilolit, mélyebben laumontit) — turmalin-epidot-tartalmú kőzetöveket hozott létre. A turmalinos kőzetek egészen 4,5%-ig emelkedő B_2O_3-tartalma főleg a miocénkorú tengeri üledékes kőzetekből származtathatók.

A magmás vizsgálatok számára új utakat nyit a kőzetszövetek genezisének vizsgálata, amely 17 tényező közül elsősorban a lehűlési sebességet és a magmakémizmust mutatja döntőnek. Kvantitatíve meghatároztuk a különböző vulkanitok szemcseeloszlási viszonyait a lehűlési sebesség, ill. a magmás test és az SiO_2, H_2O és CO_2-tartalom függvényében. PÓKA T., újabban BUDA GY. és ÁRKAI P. egyes magmás testek képződését világították meg a szövetvizsgálatok által.

E vulkáni működéssel kapcsolatos érctelepek genezisében SZÉKYNÉ FUX V. megkülönböztette a premetallogenetikus propilitesedés, a pre- és szingenetikus kálimetaszomatózis, a színmetallogenetikus piritesedés, a szín- és postmetallogenetikus agyagásványosodás és a posztmetallogenetikus oxidáció és redukció kronofázisait.

II. Kiemelt feladataink második témacsoportjára áttérve, elsősorban FÜLÖP J. lev. tagnak vonatkozó összefoglalását ismertetem. E vizsgálatokat túlnyomóan a MÁFI végzi az eddigi adatok gyűjtésével, rendszerezésével, értékelésével, a korszerű új vizsgálati eredmények figyelembevételével és alapszelvény-vizsgálatokkal. Saját módszertani kutatásain kívül figyelembe veszi a hazai és a nemzetközi útmutatásokat. Ez idő szerint elsősorban térképi és szelvényszerű bemutatásra törekszenek, szöveges tanulmányokat csak a legszükségesebb esetben készítenek.

Közreadták a Bükk környéki helvéti képződmények 100 000-es mélyföldtani és a barnakőszénösszlet átfogó prognózis térképét, a Borsodi-medence II. barnakőszéntelepének 100 000-es prognózis, továbbá minőségi térképét, az iparági földtani szervekkel együttműködésben Magyarország hasznosítható ásványos anyagai 500 000-es térképét. Előkészítés alatt áll a Mecsek hegységi liász feketekőszén prognózis térképsorozata, ami a kokszolhatóság,

ill. szénülésfok térbeli változásának tendenciáit is feltünteti. Kéziratosan elkészült a balinka-kisgyónbányai barnakőszénterület lápgenetikai térképe, a Dorogi-medence barnakőszén prognózistérképének első fogalmazványa és az eocénnál fiatalabb képződmények elhagyásával készült mélyföldtani térképe, az eocén barnakőszénösszlet elterjedési és kifejlődési térképe és az alsó-eocén barnakőszénösszlet fedővastagság térképe. Lezárás előtt áll a Budapest—Tatabánya földtani tájegység miocén földtani kifejlődési térképe és az É-i Bakony 25 000-es mezozóos mélyföldtani térképe. A középhegységi liász fáciestérképek szerkesztése megkezdődött. Előrehaladt a mezozóos képződmények földtani alapszelvényeinek vizsgálata.

A fácies térkép problémakörében tekintetbe veendők azok a vizsgálatok, amelyeket GRASSELLY GY. a hazai mangánércekkel kapcsolatban főleg azok oxidációs potenciáljára nézve végzett. A Kőolaj Trösztnek a nagyalföldi flis uralkodó eocén korára vonatkozó eredményeire is itt hívjuk fel a figyelmet.

Példamutató fácies elemzéseket végzett FÖLDVÁRI A. és miskolci kollektívája az É-magyarországi slir üledékekre vonatkozóan. Az ország határain is túlterjedő három fő típust mutattak ki granulometrikus alapon. Ezek a miocén szárazulatokkal párhuzamos zónákat alkotnak. A KRUMBEIN—SLOSS-módszer szerint szerkesztett litofácies térkép övezetei viszont nagyjából merőlegesek a granulometrikus övekre, és a tengervíz élettájékainak és a karbonátos szárazföldekről beáramló karsztvíznek függvényében fejlődtek ki. Mindkét módon kimutatható a Budai-hegység ÉÉK-i folytatásában egy közelebbről még nem értelmezett homokos sáv. A Foraminiferák (elsősorban a Globigerinák) mennyisége alapján kimutatott biofácies övek a litofácies térképpel mutatnak nagyobb megegyezést.

A magyarországi alsópannon fejlődéstörténeti és ősföldrajzáról a nagyszámú mélyfúrás alapján KŐRÖSSY L. adott kitűnő áttekintést. Az alsópannont 5 szintre különítette el, melyek közül a 3 felső regionális kifejlődésű, és kimutatható az Alföld és a Dunántúl nagy részén.

A prepontusi eróziós időszak után a transzgredáló alsópannóniai beltenger először az Alföld DK-i részén, továbbá a Dráva-medencében és a Kisalföld medencéjének belső részein jelent meg. Ezekről a területekről terjeszkedett a környező medencerészekre, de az egész mai medencét még az alsópannon végén sem borította el. Nagyobb területen összefüggő szárazulat volt a Balaton—Duna—Mecsek hegység között, és több szigetszerű kiemelkedés az ország más részein. A transzgresszió a felsőpannon elején is tovább haladt. A szigeteket, ill. a Bakony—Mecsek közti nagyobb összefüggő területet és az ország Ny-i részének területeit csak a felsőpannon későbbi szakaszában árasztotta el a beltenger.

A fáciesvizsgálatokkal szoros kapcsolatba hozandók azok a széleskörű ritkaelem vizsgálatok, amelyek a MÁFI-ban FÖLDVÁRINÉ VOGL M. vezetésével folynak, kooperációban egyes egyetemi és ipari kutatóhelyekkel.

III. A *kőolajmigráció* témacsoportjának vizsgálata elsősorban az akadémiai Olajbányászati Kutató Laboratóriumban folyt. A vizsgálatok vezetője GYULAY Z. igazgató. A természetes folyadéktárolók mikrohidraulikájának témakörében tovább haladt az adszorpciós folyamatok kutatása a porózus folyadéktárolókban. Elkészült a nagylengyeli és az algyői olajmezők főkőzeteinek infravörös és UV-spektrofotometria vizsgálata, ami több, jól azonosítható csoport elkülönítését eredményezte. A szénhidrogén-kiszorítás mechanizmusára vonatkozó témában a kőzetszerkezet és a kőzet fizikai paraméterei közötti összefüggésre vonatkozólag mind szintetikus, mind természetes kőzeteken történtek vizsgálatok. A Laboratórium iparilag is használható módszert dolgozott ki a kapilláris nyomásgörbék és a tapadó víz telítettsége meghatározására. A kis sebességek mérésére szolgáló áramlásmérő szabadalma oltalmat nyert.

A Laboratórium kutatásai az iparban dolgozók figyelmét több, a nagyobb kihozatal szempontjából tekintetbe veendő tényezőre hívták fel.

IV. A bányászati analitikai kutatások munkálatai súlypontilag a MTA Bányászati Munkaközösségben folytak. E vizsgálatok vezetője ZAMBÓ J. lev. tag. Új eredmények elsősorban a földalatti bányaüzemek vágathálózatának legkedvezőbb kialakítására, a bányászati rekonstrukciók és az új telepítések gazdaságossági kérdéseire, a korszerű bányászati költségelemzésre, a regressziós analízis bányászati alkalmazására vonatkoznak. Tovább folyt az általános telepítési módszerek elvének kidolgozása, az optimális határmélység, a mezőnagyság, termelési kapacitás vonatkozásaiban. Javaslat született a Bányászati Bizottsággal egyetértésben a témacsoport továbbfejlesztésére.

IRODALOM

ÁDÁM A.: Van-e a forrástérnek szerepe a Magyar Medencében észlelt felsőköpenyanomália létrejöttében? (Kézirat) — ÁDÁM A.: Felsőköpeny inhomogenitások és megnyilvánulási formák a Magyar Medencében végzett komplex földmágneses és magnetotellurikus kutatásokban. (Kézirat) — ÁDÁM A.—CUCZORNÉ, MILETITS J.—VERŐ J.: Nagymélységű magnetotellurikus szondázások Magyarországon. (Nyomás alatt) — ÁDÁM A.—VERŐ J.: Összehasonlító vizsgálatok a magnetotellurikus adatfeldolgozási eljárásokkal. (Nyomás alatt) — BALKAY B.—STEGENA L.: Ann. Univ. Sci. Budapestiensis Soc. Geol., **XI**/77, 1968. — BALLA Z.: Földt. Közl., **97**, 1967. — BALOGH K.—KŐRÖSSY L.: Acta Geol., **12**/1—2, 255, 1968. — DIMITRIJEVIĆ, M.—GRUBIČ, A.—PETROVIČ, B.—ALEXIČ, V.—DIVLJAN, S.—BABOVIČ, M.—KALENIC, — M.: Acta Geol., **XI**/4, 23, 1967. — DIMITRIJEVIČ. M.—ČIRIČ, B.: Acta Geol., **XI**/4, 35, 1967. — FÖLDVÁRI A.—HAJDÚ—MOLNÁR K.: Acta Geol., **XII**/1—4, 167, 1968. — FÖLDVÁRI A.—SZŐŐR GY.: Acta Geol., **XII**/1—4, 183, 1968. — FÖLDVÁRI A.—HAJDÚ—MOLNÁR K.: Acta Geol., **XII**/1—4, 189, 1968. — FÖLDVÁRI A.—SZABÓ—SOMOGYVÁRI K.: Acta Geol, **XII**/1—4, 193, 1968. — GRASSELLY GY.: Acta Miner. Petr., **XVIII**, 1, 1967. — GRASELLY GY.—HETÉNYI, M.: Applied Earth Sci. Sec., B. **76.** 8, 1967. — HAZAY I.: Geodéziai és Kartográfiai Közl., 5., 1967. KAMENICKY J. A.: Acta Geol., **XI**/1—3, 3, 1967. — KŐRÖSSY L.: Acta Geol., **XII**/1—4, 199, 1968. KUBOVICS I.: A petőfibányai hidrogeológiai és szerkezetkutató fúrás ásvány-kőzettani vizsgálata (Kézirat) — MITUCH E.: Geof. Közl., **XVII**, 162, 1968. — MITUCH E.: A nemzetközi földkéregkutató vonalak magyarországi szakaszain végzett szeizmikus mérések eredményei. Geofiz. Közl., **XVII**, 4, 1967. — PAFAELLI P.: Geoloski Vjesnik, **18**, 1, 61—111, 1965. — SALÁT P.: A földi hőáram mérése a Mecsek hegységben. Doktori értekezés, Budapest, 1967. — SZÁ-

DECZKY-KARDOSS E.—BUBICS I.—JUHÁSZ Á.—ORAVECZ J.—PANTÓ G. SZEPESHÁZY K.: Acta Geol., **XI**/1—3, 71, 1967. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Acta Geol., **XI**/1—3, 181, 1967. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Acta Geol., **XI**/1—3, 187, 1967. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Acta Geol., **XI**/1—3, 205, 1967. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.—JUHÁSZ Á.—PANTÓ G.—SZEPESHÁZY K.—SZÉKY—FUX V.: Acta Geol., **XI**/1—3, 71, 1967. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.—PANTÓ GY.—PÓKA T.—PANTÓ G.—SZÉKY—FUX V.—KISS J.—KUBOVICS I.: Acta Geol., **XI**/1—3, 49, 1967. — SZÁDECZKY—KARDOSS E.: Acta Geol., **XI**/1—3. 221, 1967. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: MTA. X. Osztályközlemények, **1**/3—4, 251, 1968. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Ber. d. deutschen Ges. f. geol. Wiss., B. 1. **13,** 43, 1968. — SZÁDECZKY—KARDOSS E.—BÁRDOSSY GY.— FÜRST I.—PESTY L.—KLIBURSZKY B.—TOMOR E.—TOMSCHEY O.: Acta Geol., **XII**/1—4, 61, 1968. — SZÉKY-FUX V.: Kalimetasomatose und hydrothermale Vererzung. Karpat-Balkan Geol. Kong. Beograd, VIII. 1967.— SZÉNÁS GY.: Geofiz. Közl., **XVIII,** 1968.— VERŐ J.: Magy. Geofizika, 190—197, 1967. — WEIN GY.: Földt. Közl., **97,** 371, 1967.—WIESER T.: Acta Geol., **XI**/1—3, 15, 1967. — NÉMEDI-VARGA Z.: Földt. Közl., **97,** 396, 1967.

A KÉREG ÉS KÖPENY KÖLCSÖNHATÁSA A KÁRPÁT-MEDENCÉK KÖRNYEZETÉBEN

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR
AKADÉMIKUS

A régi gyakorlattal ellentétben az akadémiai alapkutatás nem elsősorban lezárt témákat, hanem ellenkezőleg új kutatási irányokat, problémákat vet fel. Ennek értelmében körvonalazunk néhány gondolatot a Kárpát-medencékre és környezetükre vonatkozó újabb mélyszerkezetéről és kőzetkifejlődéséről. Tárgyalásunk során néhány racionális alaptételből kiindulva haladunk fokozatosan bonyolultabb feltevések felé.

Alaptételeinket nagyrészt a kárpáti rendszer eddig nem értékelt adataiból vezethetjük le.

Négy ilyen alaptételt és következményeit foglaljuk össze a következőkben.

I. Első alaptételünk a kontinentális kéreg merevebb táblákra és mozgékonyabb aktív hegységképződési övekre való elkülönüléséből és e tábláknak korábbi hegységképződési övekből való kialakulásából indul ki.

A kéreg mozgékonyságának változását a régi európai tábla és a DK-európai orogén övek történetének összehasonlítása alapján vizsgáltuk [1]. E vizsgálat eredménye szerint az orogén öv lényegileg mindaddig mozgékony szerkezet marad, amíg felső sziálos kéreg felépítésében az üledékes és epimetamorf kőzetek játszanak lényeges szerepet. Ezek ugyanis transzlációs síkokban gazdag ásványokat (elsősorban filoszilikátokat) tartalmaznak, s így a különböző mechanikai hatásokkal szemben mobilisak. Az ilyen mobilis kéreg függőleges irányban viszonylag nagy amplitúdóval hullámzik, üledékgyűjtő geoszinklinálisok váltakoznak a köztük rögökként megjelenő kiemelkedő, majd újrasüllyedő, viszonylag régibb, megmerevedésben levő szerkezeti elemekkel.

A D-európai széles orogén öv a rifei ciklus kezdete, vagyis mintegy ezer millió év óta kimutathatóan egyre szűkülő geoszinklinális vályúkká redukálódik. STILLE szerint (2) hasonlóak a jelenségek a cirkumpacifikus övekben is. A teljes megmerevedés akkor következik be, amikor a felső kéreg anyaga az olvadásos anatektikus magmás folyamatok és a velük kapcsolt ultrametomorf, továbbá kata- és mezometamorf folyamatok következtében uralkodóan tektoszilikátos összetételűvé (magmatitokká és erősebben kristályos kőzetekké) válik. Ezzel ui az előzőleg kenőanyagként működő filoszilikátok nagy része merevebb tektoszilikátokká alakult át.

A régi táblák, az ukrán és a skandináv pajzs vizsgálati eredményei alapján azt találtuk, hogy a ciklus átkristályosodási folyamatai után alakulnak át táblás területté.

A Geokémiai Kutató Laboratóriumban végzett kísérletek alapján valószínűsítettük, hogy a mikor a keletkező magma környezetének alkáliákat ad át, ez az alkáliáram további átalakulásokat indíthat láncreakciószerűen a távolabbi fedő tartományában. A magmatitosodással és ultrametamorfózissal átalakult kőzetekből felszabadult alkáliák a közvetlen környezetet kata- és mezometamorf palákká alakítják. E progresszív metamorfózis következtében felszabaduló valódi könnyen-illók pedig a további fedőben olyan magas gőznyomást hoznak létre, amely az üledékes kőzetek epikristályospalákká alakulását eredményezi. Az epimetamorfózis az üledékes kőzetekből további könnyen-illókat szabadít fel, köztük az organikus anyag bomlásából keletkező szénhidrogéneket és széndioxidot is.

Ha tehát a mélyfekü előzőleg már katameramorfittá alakult, úgy utána a fedőben is csökkent az epimetamorfózis lehetősége a kristályospala képződéséhez szükséges nagy gőznyomás (illótartalék) kifogyásával. Ily módon a hegységképződési öv a mélyben levő kőzetek magasfokú (mezo-kata) átkristályosodásával végül is átalakul további gyors fejlődésre kevéssé alkalmas táblás hegységgé. Ez első tételünk lényege. De ezt még kiegészíthetjük a karbonátos lőzetekre és az érctelérekre vonatkozóan.

Kísérletileg kimutattuk [3], hogy a karbonátos ásványok disszociációja a DTA hőmérsékleti értékeknél sokkal kisebb hőmérsékleten, pl. a mészkőé 500 C°, a dolomité 250 C° körül már végbemegy, ha a rendszerben más könnyen-illókat tartalmazó ásványok is vannak. A nagy homogén mészkőtömegek viszont a természetben is csak magasabb hőmérsékleten, feltehetőleg 600 C° táján disszociálnak. A mészkő összefüggő tömegei tehát még a mezoövben sem termelnek nagyobb illómennyiséget, sőt a mélységben végbemenő magasfokú metamorfózissal szemben is szigetelőként hatnak. 600 C° körüli hőmérsékleten azonban a nagyobb mészkőtömegek disszociációja is megindul, és a karbonátos kőzetek nagyrészben a szomszéd kőzetekkel reakcióba lépve amfibolitokká és rokon kőzetekké alakulnak. Ezért csökken le a kataövű metamorfózis tartományaiban a karbonátos kőzetek viszonylagos mennyisége.

Az érctelérek tektonikailag erősen igénybevett közvetlen környezetében nem annyira egyensúlyi kőzetek, kristályospalák, inkább egyensúly nélküli átmeneti termékek, a hipo- és metamagmatitok jönnek létre.

A hipo- és metavulkáni kőzetek (a propilit és társai) tehát a tektonikus övekben a fillitképződés helyettesítői.

II. Második tételünk a kéreg és felső köpeny regionális mozgásainak elválaszthatatlan kapcsolatára és ennek felsőköpenybeli mechanizmusára vonatkozik. A köpenybe nyomuló hegységgyökerek, a nagy izosztatikus

kiemelkedések, továbbá magmás folyamatok szükség- képpen köpenybeli mozgásokhoz kapcsolódnak.

E mozgások a felső köpeny képlékenységével állnak kapcsolatban. A kéreggel takart köpeny nyomás tekintetében a kőzetfolyási övbe tartozik. Pusztán ezen az alapon kőzetfizikailag azonban nehezen képzelhető el a köpeny anyagának egységes, egy tömegben való gyakori elmozdulása. Ezt a nagynyomású zárt tér, az igen nagy ellenállású közeg akadályozza. Bizonyos határesetekben, amelyekre újabban többek közt SCHEIDEGGER [4] és ANGENHEISTER utaltak, az egy tömegben való mozgás lehetővé válik a felső köpenyben is, mégis ilyen meggondolásokkal a felső köpeny gyakori mozgása kevéssé valószínűsíthető.

Erre való tekintettel utaltunk két évvel ezelőtt arra, hogy a felső köpeny legalább részben a fokozott szelektív migráció tartományába tartozik. A felső köpeny anyagának mozgása részben tehát nem tekinthető egy tömegben lejátszódó, kémiailag egységes anyagvándorlásnak, hanem az illékonyabb anyagok előresietésével, kevésbé illékonyak hátramaradásával jellemzett szelektív migráció. Ez elsősorban az alkálialumoszilikátokban viszonylag gazdagabb és szegényebb termékek elkülönülését, egyben a köpeny felső határán az alsó kéreg anyagának részleges beolvasztását és a lehűlő szakaszokon újra kiválását jelenti. Ebből adódott a pannon medence alatti alsó kéreg kivékonyodásának és környezetében levő orogének alatti kivastagodásának az a modellje [5], amely az orogének fejlődésére általában is alkalmazhatónak látszik.

A kristályospala képződéshez szükséges mélységből származó alkáliaáramlás, KORZSINSZKIJ ún. transzmagmás oldatai, részben az amerikai szerzők alkálitranszferje — elsősorban a felső köpeny szelektív áramlásának leszálló ágaiból kiindulva jelentkezhet. Az orogén öveket jellemző leszálló áramlásokból az anyag felmelegedése következtében alkáliák mobilizálódnak. Ezek szolgáltatják az ún. hődómok hőtartalmát és migmás ultrametamorf átalakító alkáli oldatokat. A felszálló áramlásokban pl. a Pannon medence centrumában — viszont a megolvadó alsó kéreganyag azonnal oldalasan vízszintesen tovább sodródik, és így aszcendens alkáliáramlás itt nem oly erős. Ezért pl. a Pannon medence fiatal alpin felszálló ága felett valódi kristályospala képződés alig történik, s az üledékek mindössze anchimetamorf állapotba jutnak, a mélyebb helyzetű kristályos palák pedig retrográd metamorfózist szenvednek.

A szelektív anyagvándorlásban előre sietö illók anyagai jelentékeny mennyiségű hőtartalmat is szállítanak viszonylag nagy sebességgel, ami jóval nagyobb mérvű, mint a tisztán vezetés útján, anyagvándorlás nélkül történő hőszállítás.

A Dinaridák és Kuba szerpentin területein végzett megfigyeléseim alapján a köpeny anyagmozgásának egy másik, a mélységtől független, már a fel-

szín közelében is hatékony módjára szeretnék utalni. A köpeny ultrabázisos anyagának közismert nagy szerpentinesedési hajlama következtében a felső köpeny rideg peridotit anyagából transzlációs síkokkal rendelkező, igen képlékeny szerpentines ásványtársaság, ún. difform lamináris szerkezetű anyag keletkezik. Ennek megfelelően a típusos szerpentin test rendszerint csupa hagymahéjszerűen egymásra boruló lemezekből áll. A szerpentin tehát a kősóhoz hasonlóan átdöfő (diapir) redők képzésére hajlamos, mint arra újabban KARAMATA utalt [6].

A szerpentintestek függőleges kisebb mérvű diapir mozgásán kívül nagymérvű horizontális elmozdulásokat is feltételezünk szerpentines kenőanyag útján, amely egész orogén övezetekre, sőt kontinens részek eltolódására is kiterjedhet.

Ily módon:

1. A kéregbe hatoló szerpentin az eredetileg magasabb helyzetű, pl. gránitos tömegeket megelőzve halad felfelé, és lokálisan mozgékonyabbá teszi a kérget.

HESS tanulmányaiból [7] ismeretes, hogy az orogén övekben egymással párhuzamosan, többnyire 100—200 km távolságban két szerpentin öv húzódik. A legtöbb szerző szerint az ultrabázisos-szerpentines testek főleg a geoszinklinális stádium végén, az orogén gyűrődések kezdetén keletkeznek, s így szerpentinesedéssel is elősegítik az orogén mozgásokat. Valóban a szerpentin a kéregben ott jelenik meg, ahol nagy tektonikus mozgásfelületek mutathatók ki. Ilyenkor egyes tektonikus övek a szerpentinlemezek közvetítésével kuliszszaszerűen eltolódnak akár 10 km-es nagyságrendű távolságokra is.

2. A szerpentinesedés a köpenynek a felszín közeléig terjedő mobilitást kölcsönöz. A MOHO-felületen kifejlődő szerpentin, ill. talk hártya a kontinenstáblák vándorlását elősegítő siklatási felületté alakul.

Minthogy a köpenyanyag peridotitos ultrabázitjai vízfelvételre rendkívül hajlamosak, a szerpentinesedésnek elsősorban a primér geoszinklinálisból kiinduló folyamata vízvezető mozgási folyamatot hoz létre, ami lehetővé teszi primér geoszinklinálisokból a víz folytonos továbbvezetését a köpeny felé. Ily módon a szerpentin ill. talk hártya nagy táblarészletek vándorlását elősegítő siklatási felületté válik.

Valóban ismeretes a szerpentin nagy elterjedése a mélytengeri árkokban ENGELS és ENGELS vizsgálatai szerint.

A szerpentintesteknek a mobilitást rendkívüli mértékben megnövelő szerepére utal az is, hogy az ilyen testekben gazdag elsődleges orogén övek határán vannak azok a nagy horizontális eltolódások, pl. a kaliforniai St. Andreas „törés" és ennek újzéleandi analógiája, amelyek mentén BENIOFF a pacifikus óceán és a környező kontinensek egymáshoz viszonyított forgását is feltételezi.

A MOHO-felület új, pontos szeizmikus elemzései szerint ez gyakran nem

egyszerű felület, hanem korlátolt laterális kiterjedésű lemezekből áll, melyeket elasztikus anizotrópia jellemez (MEISZNER) [8]. Ugyanilyen kettőződést mutatott ki MITUCH [9] a magyarországi MOHO-felületen is. A MOHO felületen hasonló ismétlődéseket állapítottak meg újabban Nyugat-Németországban és a Szovjetunióban is.

Felmerülhet a gondolat, hogy ezek a kettőződések — legalábbis részben — a köpeny ultrabázisos kőzetének leggyakoribb átalakulása, a szerpentinesedés által jönnek létre.

A szerpentinesedés, ill. talkosodás nyomás és hőmérsékleti viszonyai is alátámasztják e feltevést. BOWEN és TUTTLE [10] megállapították, hogy víztartalmú olivin olvadék lehűlésekor 1000 C°-nál kezd az olivin kikristályosodni, és ez 400 C°-on (nagy víztartalom esetében még alacsonyabb hőmérsékleten) kezd szerpentinné és brucittá átalakulni. A Mg-felesleg eltávolítását elősegítő CO_2 jelenlétében azonban a szerpentin már kb. 500 C°-on is kristályosodhat. E hőmérséklet felett kb. 625 C°-ig olivin és talk, 800 C°-ig olivin, ensztatit és talk, 800 C° felett pedig csak olivin és ensztatit vannak jelen. A nyomás hatását e folyamatokban ROY világította meg.

3. A víz a felső köpeny mélyebb részeibe való jutásával annak mozgékonyságát is növeli. A köpeny mozgását ily módon alkáli-alumo-hidroszilikátos átalakulás kíséri. Ugyanis a felső köpeny mélyebb részeiben, magasabb hőmérsékleten (kb. 400 ill. 625 C° felett) disszociáló szerpentin, ill. talk szabaddá vált könnyenilló tartalma lokálisan megnöveli a köpeny illótartalmát.

A szerpentines-talkos transzlációs mozgásmechanizmus és a köpenyanyag nagyobb tömegére kiterjedő szelektív migrációs áramlás közt alapvető elvi különbség van. A transzlációs mozgás határfelületi, valószínűleg elsősorban a köpeny-kéreg határához kötött, tehát lényegileg síkbeli jelenség, a szelektív migráció viszont a felső köpenyen és alsó kérgen belül háromdimenziós térbeli folyamat.

III. Harmadik tételünk a kéreg-felső köpeny kölcsönhatások kiindulási helyére és idejére vonatkozik. A felső köpenybeli áramlásos mozgások kiindulása a valószínűsíthető esetekben a geoszinklinális gyökérövében és a felső kéregben van. Klasszikus példája utóbbinak a skandináviai jégtakaró olvadása és a skandináviai kéreg ezzel kapcsolatos izosztatikus kiemelkedése. Ugyanakkor e folyamattal kapcsolatban a környező területen, pl. Hollandiában kiegyenlítő süllyedés megy végbe. Ez esetben a felső köpeny mozgása itt csak részben tekinthető vertikális szintingadozásnak, túlnyomóan ui. oldalas, horizontális áramlásos jellegű. Minthogy a jégpáncél olvadásának időpontját kielégítően ismerjük, megállapítható itt a köpeny anyagvándorlásának hozzávetőleges sebessége is. Meglepően gyors, kb. 16 m/év sebességű mozgás adódik ebből.

Ha ez az érték nagyságrendileg helyes, úgy ez is valószínűsíti, hogy nem a nagy szilárdságú peridotitos köpenyanyag egy tömegben való oldalas

eltolódásáról, hanem szelektív migrációról vagy szerpentines-talkos transzlációs mozgásról van itt szó.

Ugyancsak a felső kéregből, ill. a Föld felszínén végbemenő szedimentációs folyamatokból kiinduló felső köpeny-mozgást kell feltételezni a gyorsan lerakódó folyódelták, pl. a Pó, a pleisztocén kisalföldi Duna, a Missisippi deltaterület izosztatikus süllyedése esetében.

A legnagyobb méretű földfelszín-besüllyedés a geoszinklinálisok összességében mély és széles területre kiterjedő süllyedési folyamata ugyancsak kapcsolatos nagymérvű felsőköpenybeli áramlással. Ezt legárnyaltabban KRAUS körvonalazta beszívási elmélete keretében. Eszerint a geoszinklinális alatt a köpeny anyaga a mélybe áramlik, és ott konvekciós sejtté alakulva a mélyben a geoszinklinális övezettől távolódik, majd felszálló és megforduló ága a köpeny felső határán szintjében a geoszinklinális felé közeledik, elősegítve a geoszinklinális üledékeinek kompressziós gyűrődését.

A PEKERIS, DIETZ és BERNAL által feltételezett kontinentális nagyságrendű áramlási méreteket a köpenyanyagnak az *en masse* mozgásmechanizmusban feltételezett óriási szilárdsága követelte. A szelektív migrációs és a szerpentin-talkos transzlációs mozgásmechanizmus bevezetésével, tehát a köpeny szilárdsága nagymérvű lokális csökkenésével a konvekciós sejtek feltételezhető méretei is csökkenhetnek. Ilyen kisebb méretű konvekciós áramlás példájának tekinthető a pannon medence alatti mélyáramlási modell.

Harmadik tételünk szerint tehát a felső köpeny mélyáramlásai rendszerint felszíni folyamatokkal, elsősorban a geoszinklinális süllyedésével kapcsolatosak. A konvekciós áramlási sejtek nem szükségképpen kontinentális méretűek, hanem a felső köpeny ill. azalsó kéreg kisebb tartományára is kiterjednek.

IV. Negyedik tételünk a mélyáramok térbeli konfigurációjára és fejlődésére vonatkozik. A termikus konvekciós mélyáramokat eddig általában vízszintes tengelyű örvényekként jelölték. Ábrázolásuk tehát szelvényszerűen történt. A horizontális eltolódásokat pedig ezektől független, vetőmenti mozgásokként értelmezték. Indokolt azonban vizsgálni, lehet-e a horizontális és vertikális tengelyű áramlásokat ugyanazon jelenség különböző megnyilvánulásaként értelmezni.

A kéreg vertikális mozgásaiból kiinduló, eredetileg vízszintes forgástengelyű áramaiban a földfelülettel párhuzamos szakaszok uralkodnak. E szakaszoknak a CORIOLIS-erők hatása következtében az É-i féltekén jobbra, a D-in balra kell eltérniök az eredeti haladási irányoktól.

Minthogy a CORIOLIS-erők értéke:

$$F_c = 2m.\, v.\, \omega$$

ahol v az m tömegű test sebessége az ω sebességű forgó rendszerben, ezért a mélyáramok igen kis v-sebességének megfelelően az eltérést igen csekélynek gondolhatnánk. Tekintetbe véve azonban a forgás felszíni sebességet, továbbá

azt, hogy a mélyáramok igen hosszú időtartamú folyamatok, feltételezhetjük, hogy itt az impulzus-változás, tehát az erő és idő szorzata a döntő.

A mélyáramoknak a CORIOLIS-erők értelmében való kitérése tehát szükséges feltevésnek látszik.

A pontosabb levezetés érdekében először különítsük el elvileg a tisztán a vízszintes szintben maradó áramköröket a ferde vagy vízszintes tengelyű, tehát különböző magassági szintekre kiterjedő áramköröktől.

Ha az áramlás vízszintes, vagyis lényegileg azonos magasságú, azonos hőmérsékletű szintben marad, úgy hatása elsősorban a kérget eltoló tendenciában nyilvánul meg. Nagyobb kéregrészek eltolódásához rendszerint nagyobb területen közel azonos irányú — noha esetleg különböző eredetű — részáramok együttes hatása szükséges.

Nem marad azonban ugyanazon szintben az áramlás, ha a részáramok lényegileg egymással szemben haladnak. Ezek ui. egymás felé közeledtükben a szabad irányban fel- (esetleg le-) felé kitérni kényszerülnek, és a kéreg alá érve egy divergáló felső szintbeli áramrendszert hoznak létre. Ez esetben hatásuk is komplexebb: a felszálló áram kezdetben a kérget megemelni igyekszik, de hőhatásával azt mindinkább felhevíti, s így alulról szelektíve leoldja, vékonyítja. Ez pedig végül is a kéreg izosztatikus süllyedéséhez, medenceképződéshez vezet a STEGENA [11] és SZÉNÁS [12] által a Pannon-medencében számított módon.

Konvergáló áramlás az É-i féltekén az óramutató járásával ellentétes irányú ciklonokat hoz létre, míg a kifelé haladó centrifugális áramrendszerben az óramutatóval azonos irányú anticiklonos mozgás alakul ki. A D-i féltekén természetesen a mozgásirányok ezzel ellentétesek. Minthogy az előbbiek szerint az áramlás a geoszinklinális besüllyedésénél indul meg, ebből a következő időrend adódik:

1. a geoszinklinális iniciális besüllyedése,

2. az óramutatóval ellentétes irányú alsó, mélyebb örvényrész kifejlődése a geoszinklinális időszakban,

3. az óramutatóval azonos irányú felső, magasabb örvényrész kifejlődése, lényegileg már az orogén gyűrődési időszakban.

(Van azonban egy másik lehetőség is, melyre STEGENA L. professzor volt szíves figyelmünket felhívni. Eszerint a döntő, hogy a felszálló ág az áramörvény egyenlítői vagy sarki oldalán van-e. Esetünkben ez a primér geoszinklinális, tehát a Dinári, vagyis az egyenlítői oldalon van, s így közvetlenül az óramutatóval párhuzamos örvény alakul ki.)

Negyedik tételünk szerint tehát az egyszintű áramlás a kontinensrészek, táblák eltolását, a konvergáló áramlásokból keletkező kétszinti áramrendszerek pedig forgó, kéregvékonyító örvényt eredményeznek.

E tétel alapján mélyáramlási térképek is szerkeszthetők. A Kárpát—Balkán—Dinarid területre egyelőre kvalitatív alapon, az áramlási irányok elfordulásának szögét a határfeltételek tekintetbevételével becsültük. Az

áramlás-sebességek ismeretében azonban e szögértékek pontosabban számíthatók.

E tekintetben két esetet kell elkülöníteni. Az egyiket a skandináviai mélyáramlás példázza. Itt a mozgás a jégtakaró olvadásos, izosztatikus kéregkiemelkedéséből indul ki és a szelektív migrációs folyamatban a vándorló, viszonylag illó alkotórészek felfelé, a kezdetinél kisebb nyomású közegbe szívódnak át. A másik eset ezzel ellentétes: a mozgás a nagy ellenállású, szilárd köpenybe való geoszinklinális besüllyedésből indul ki, és a viszonylag illóbb alkotórészek a kiindulásinál nagyobb nyomású, mélyebb köpenytérbe nyomódnak be. Az első esetben tehát az áramlási sebesség nagyságrendekkel nagyobb lehet a másodiknál. Valóban az első csoportba tartozó skandináviai példán 16 m/év sebességet, a második csoportba tartozó példákon viszont mm—cm/év értékeket kapunk.

A mélyáramlás sebessége egyébként ma már több úton is meghatározható: 1. számítható az említett módon az áramlás hatásának kiváltódási távolsága és geológiailag meghatározott időtartama alapján. 2. Meghatározható kísérletileg a szilárd kőzetekben észlelt szelektív migrációs sebesség mérésével. A Geokémiai Kutató Laboratóriumban 200—500 C° hőmérsékleten és kb. 1 atm terhelésnél mm/nap, azaz dm/év nagyságrendű sebességeket kaptunk amorf anyag (vulkáni üveg) esetében. Nagyobb terhelésnél ez az érték nyilván kisebbé, a földtanilag meghatározott értékekhez hasonlóbbá válik.

A vulkánosság nagy íveit általában szakadásos, tenziós szerkezetű elemekként lehet értelmezni. A Kárpát—Balkán—Dinarid területen jól felismerhetők ezek a vulkáni ívek. Ezeket DIMITRESCUnak [13] az Acta Geologicaban megjelent térképe ábrázolja.

Ily módon valószínűsíthető, hogy a vulkáni időszakok tenziós periódusokat, a vulkáni ívek tenziós feszültségi irányokat, az ívek vulkanizmusának intenzitása pedig közelítőleg a tenziók mértékét jelöli.

Mindezek alapján megszerkeszthetjük a Kárpát—Balkán—Dinarid geoszinklinálisok besüllyedése által megindított mélyáramok irányát a IV. tétel értelmében. A geoszinklinálisok tengelyeként a HESS-féle vizsgálatoknak megfelelően indokolt a geoszinklinálisok iniciális magmatizmusából kiindulni. Az említett DIMITRESCU-térkép szerint a kárpáti geoszinklinális magános, kisebb ofiolitos tömegekkel jellemzett íve gyengébb tenzióra, ill. besüllyedésre utal, míg a Dinaridák ötszörösen nagyobb ofiolit tömegekkel jellemzett íve a primér geoszinklinális jelentékenyen nagyobb intenzitását jelzi.

A szerkesztésből olyan mélyáramrendszer adódik, amely összességében a Moesiai-táblára keleties irányú tolóerőt fejt ki. Tekintetbe véve az Égeitengeri részben elsüllyedt ofiolitjait — a tolóerő a tábla keletibb részén KÉK irányúvá válik. A feltételezhető táblatolódás következményeként a Ny-i és D-i peremen tenzió, új hasadékrendszer alakul ki, létrehozva a szenon andezites, a larami és a harmadkorú andezites és granodioritos-monzonitos magmás

képződmények íveit. A tábla ellentétes É-i oldalán viszont az eltolódás kompresszióhoz vezet, ami az üledékgyűjtő vályút bezárja, s így itt a flis övezet nem fejlődik ki.

A nagy, felsőkréta korú tektonikai mozgások jelzik, hogy a mélyáramok a Nagyalföldön találkozva kialakították az áramlás felszálló ágát, és így létrejön a felső áramlási szint is az óramutató járásával párhuzamosan. A harmadkori andezites neovulkánosság hasadéka tehát fokozatosan az óramutató járásával párhuzamosan szakad fel: az É-jugoszláviai szakasz krétakorú, a dunántúli középhegységi túlnyomóan paleogén, az É-Magyarországi és szlovák-érchegységi túlnyomóan miocén, a Tokaj—Eperjes, továbbá a Vihorlát—Gutin és Hargita vonulat pedig súlypontilag szarmata és pliocén korú.

A nagyalföldi kivékonyodó kéreg ugyanakkor maga is jelentékenyen felmelegedik, egyrészt a felszálló mélyáram hatására, másrészt pedig a környező andezites vulkánosság következtében. A kéreg itt tehát részlegesen maga is megolvad, különösen azokon a helyeken, ahol az előző üledékképződés és tektonikus mozgások együttes hatására a kéreganyag illótartalma megnövekedett. Ez a szelektív olvadás létrehozza az alföldi medence centrális részén, a vulkanizmus miocénkorú kulminálása idején az ignimbrites vulkanizmust (Pantó G., Pozsgay K., [14]).

Figyelemre méltó, hogy az alpin ciklusbeli savanyúbb granitoid plutonizmus csak a másodlagos Kárpát—Balkán ívhez közelebbi K-i oldalon, a Bánságban, a Vlegyászában és a Szepességben jelenik meg. A gránitos magmatizmus ui. a sziálos felsőkéreg részleges megolvadásának terméke, amely a kontinentális táblán a másodlagos geoszinklinális vidékén jóval vastagabb, mint az elsődleges óceáni dinári oldalon.

Az így kapott mélyáramlási irányok lényegileg párhuzamosak a Pannonmedence aljzatában feltételezett szerkezeti irányokkal, a pásztahatárokkal is. Az ország DNy-i részén KÉK-i, a középső Duna-vonal táján ÉK-i, majd az ország K-i felében ismét KÉK-i pásztairányok — merőlegesként tükrözhetik a mélyáramlások irányát. Ahol a primér és szekunder geoszinklinálisok felőli áramlások ellentétes előjellel párhuzamosak, ott a kéregben elvonszolódás, viszont az egymást ferdén metsző áramlások felett nyírásos hasadékképződés jelentkezik. A Dinaridák és az ÉK-i Kárpátokból kiinduló két fő ellentétes áramlási irány frontjainak találkozásánál pedig a Moho-térkép dabasi harántgerince található.

Helytelen volna azonban a tektonikai irányok kialakulását kizárólag a mélyáramlásokra visszavezetni. Közreműködnek itt nem részletezendő egyéb tényezők is, melyekre más kutatók és saját régebbi vizsgálataink mutatnak.

A felső köpenyben működő mélyáramlások következtében a Moho-felület hullámzása, legalábbis részben, intenzívebb a közép- és mélykéreg szintjeinél. Mituch Moho-felület térképén feltűnnek a nagy felületközeli tektonikai egységek negatív formái: a bakonyi részgeoszinklinális övezete, a

mecseki D-alföldi centrális, régi kristályospalának megfelelő köpenykiemelkedés a köpenyboltozat legvékonyabb tengelyeként és a különböző tektonikai és medencealjzati térképeken ábrázolt felszínközeli, Duna—Tisza-közi megfelelő dabasi harántsüllyedék.

Ezek a negatív formák nyilván elsősorban izosztatikus kiegyenlítő hatásokat fejeznek ki. Reálisnak látszik tehát a harmadkori medencemélység és a Moho-felszín együttes ismeretében a köztük levő kőzetövek fizikai sajátságaira való következtetés is.

IRODALOM

1. Bogdanov A. A.—Mouratov M. V.—Schatsky N. S.: Tectonic de l'Europe, XXI. Internat. Congr. Moszkva, 1960. 2. Stille H.: Geol. Soc. Amer. Spec. Paper, **62,** 171, 1955. 3. Szádeczky-Kardoss E.—Pesty L.—Kliburszky B.—Bárdossy L.—Simó B.: Acta Geol., **8,** 77, 1964. 4. Scheidegger A. E.: Principles of geodynamics. Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1963. 5. Szádeczky-Kardoss E.: A Föld szerkezete és fejlődése. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1968. 6. Karamata S.: XXII. Internat Geol. Congr. Coppenhagen, 1964. 7. Hess H. H.: Geol. Soc. Amer. Spec. Paper, **62,** 391, 1955. 8. Meiszner R.: Geol. Beiträge z. Geophys., **76,** 1967. 9. Mituch E.: Geofiz. Közl., **XVII,** 4, 1967. 10. Bowen and Tuttle: Geol. Soc. Amer., **60,** 439, 1949. 11. Stegena L.: Földt. Közl., 47, 3, 1967. 12. Szénás Gy.: Geofiz. Közl., **XVIII,** 1968. 13. Dimitrescu R.: Acta Geologica, X/3—4, 357, 1966. 14. Pozsgay K.: Geofiz. Közl., **XVI,** 1966.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR AKADÉMIKUS, OSZTÁLYTITKÁR BESZÁMOLÓJÁHOZ

(TUDOMÁNYOS SZERVEZÉS)

PANTÓ GÁBOR
LEV. TAG

A Főtitkár és Osztálytitkár beszámolója egyaránt kiemeli a gazdaságirányítás új rendszerének hatását a tudományos munkára. Korai volna máris mérleget készíteni a várható fejlődésről, de bizonyos tendenciák felismerhetők, melyek mellett szó nélkül elmenni helytelen volna.

Ezúttal az egyetemi tanszékek MTA által közvetlenül *nem* támogatott kutatásait kívánatos érinteni. Köztudomású, hogy a tudományegyetemi tanszékeken a kutatás nélkülözhetetlen feltételeinek biztosítása (változatlan forintkeret szemben a műszer, vegyszer, szakirodalom árának tetemes növekedésével) Műv. Min. támogatásból (dotáció + TKFA-hitel) egyre kevésbé lehetséges. A tanszékek, még ha jelentősebb fejlesztésről le is mondanak, felszerelésük korszerű színvonalon tartását csak szerződéses külső megbízások összegének erre fordítható keretéből tudják megvalósítani.

A külső megbízás a kereslet-kínálat kötetlen találkozásából születik, és elfogadásában a tanszékvezetőnek eléggé szabad keze van. Az oktatás és kutatás helyes arányát, a tanszéki munka költségigényét és a külső megbízásból származó anyagi juttatás egészséges, túlmunkára serkentő hatását figyelembe véve megállapítható minden tanszék optimális kutatási kapacitása. Helyes egyensúly, kielégítő fejlődés akkor tapasztalható, ha ez teljes egészében lekötött, s minden tanszékvezető erre is törekszik.

A tudományterület művelése és a tanszéki oktatók-kutatók tudományos fejlődése szempontjából azonban egyáltalán nem közömbös, hogy a kutatási kapacitást milyen *jellegű* vizsgálatok kötik le. Kívánatos, hogy itt alapkutatás legyen túlsúlyban. A tanszékvezető is erre törekszik, s az alapkutatás-jellegű megbízásokat mindig előnyben részesíti az ad hoc rutinvizsgálatokkal szemben, még ha anyagilag hátrányosabbak is ezeknél.

A gazdaságirányítás új rendszerének eddigi hatása azonban abban érezhető, hogy alapkutatások iránti kereslet erősen csökkent, s az önfenntartás szükséglete beleviszi a tanszékeket abba, hogy a gyakorlati élettel való egészséges kapcsolat igényeinél nagyobb arányban vállaljanak kevésbé tudományos megbízásokat.

Felvetődik a kérdés: a külső megbízásra teljesített tanszéki kutatások eddig is jelentős és állandóan növekvő volumenének az alapkutatások rovására túlságosan gyakorlati irányba való eltolódását nem kellene-e intézményesen fékezni. Ennek megoldásaként nem előírások és ellenőrzés kínálkozik, hanem a kutatási összkapacitással arányosított, az MTA által véleményezett alapkutatási terv, s ezzel összhangban főhatósági biztosíték arra, hogy az egyes tanszékek által profilozott éves volument a szaktárcák vagy azok megfelelő szervei rendszeres megbízás alakjában nagyobb fluktuációk nélkül lehívják. A jelenlegi pénzügyi konstrukcióban ez biztosíthatná leginkább a kutatók stabilitásérzetét és a kutatás optimális hatásfokát.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR AKADÉMIKUS, OSZTÁLYTITKÁRNAK AZ 1968. ÉVI KÖZGYŰLÉSEN ELHANGZOTT TUDOMÁNYOS BESZÁMOLÓJÁHOZ

A KÁRPÁT-MEDENCE ENERGIAHÁZTARTÁSÁNAK NÉHÁNY KÉRDÉSÉRŐL

BARTA GYÖRGY

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A hegységképződés magyarázatában a Föld forgási energiájára is tekintettel kell lenni. Meglepő ugyanis, hogy a forgássebesség $2 \cdot 10^{-5}$ sec/év csökkenésekor két nagyságrenddel több energia szabadul fel, mint Földünk összes évi földrengési energiája. Az orogenezis és általában a kéregszerkezeti mozgások magyarázatakor tehát ezt az energiát is számításba kell venni.

A mai felfogás szerint az orogén övezetekben a földi hőáram (hőáramnak tekintünk minden konduktíve a felszín felé tartó hőt, tekintet nélkül annak eredetére) a világátlagnál magasabb, annak általában kétszerese, esetleg háromszorosa. A hőenergiának is nagy szerepe lehet tehát az orogenezis kialakításában. De tekintetbe veendő itt az ok és okozat felcserélésének lehetősége is. Nehéz ugyanis megmagyarázni azt, hogy ez a hőenergia időnként és helyenként miért halmozódik fel és oszlik el.

A forgássebesség változásából származó mechanikus energia azonban ennek a többlethőnek a magyarázatára is elegendő. Könnyen lehetséges, hogy a forgássebesség csökkenésekor a kéregben és a felső köpenyben feszültségek formájában felhalmozódó mechanikus energia az orogén-övezetekben alakul át plasztikus deformáció, súrlódás és földrengési folyamatok útján hőenergiává, kis részben pedig hegységképződést okozó potenciális energiává. Így az orogén övezetekben észlelt hőtöbblet az orogenezis okából annak okozatává válik.

A forgássebesség-csökkenésből származó mechanikus energia bekapcsolása az elméletekbe elvileg azért is előnyös, mert a gömbszimmetrikus szerkezetű gravitációs- és hőenergia-terek mellett hengerszimmetrikus elemet visz a magyarázó tényezőkbe. A gömb- és hengerszimmetrikus energia-terek együttes alkalmazása igen sok variációs lehetőséget tartalmaz. Értelmezhetők általa pl. a földfelszínen észlelt torlódási, nyírási és szakítási jelenségek, valamint ezek átmeneti formái.

Gazdagítja a lehetőségeket az a tény is, hogy a Föld forgástengelyének a tömegeihez viszonyított helyzete a geológiai korok folyamán változott, és így a tömegek egymásra gyakorolt hatása is különböző formákat ölthetett.

Az elv természetszerűleg elsősorban a Föld nagytektonikus folyamatainak magyarázatára alkalmas. Érdekes feladat azonban az elgondolás alkalmazása kisebb földtani egységekre is. Az elgondolás technikai kivitelének szemléltetésére kíséreljük meg alkalmazni az elvet a minket legjobban érdeklő Kárpát-medence kialakulásának magyarázatára, hangsúlyozva, hogy a bemutatandó magyarázat csak kísérlet, és még sok földtani egyeztetésre és javításra szorul.

A részletes tárgyalásban nehézségeket okoz, hogy a Kárpát-medence kialakulása során sem időben sem térben nem volt zárt rendszer. A folyamatokban részvevő tömegek és energiák becslésénél azonban bizonyos térbeli és időbeli korlátokat fel kell állítanunk.

A Kárpát-medence anyagtömegét az Alp-Kárpáti hegységképződés folyamán a következő fontosabb energia-behatások érhették:

Energiafajták	E	Az energiaváltozás forrása
Kinetikus	E_1	forgássebesség-csökkenés
	E_2	magasságváltozás (forgástengelytől való távolságváltozás)
Potenciális	E_3	magasságváltozás (a g ellenében végzett munka)
	E_4	erózió és feltöltődésből származó (meteorológiai eredetű) energiák
Hőenergia	E_5	kinetikus és potenciális energiákból átalakult hőenergia
	E_6	konvektív és konduktív hőátadásból származó hőenergia
	E_7	fázisváltozásból (latens hőből) származó hőenergia
Egyéb energiák	E_8	kémiai, sugárzási és kristályszerkezeti energiákból származó hatások.

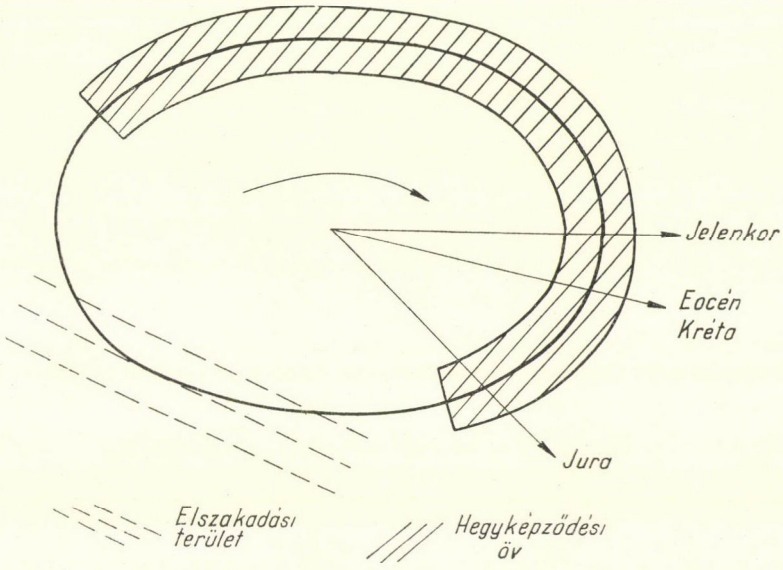
A fékeződési energiák helyhez kötött felléptéhez szükséges, hogy a különböző sűrűségű tömegek a mozgási irányhoz képest bizonyos viszonyított helyzetben legyenek. A tömegek jelenlegi kelet-nyugati mozgásiránya a geológiai korok folyamán a maitól eltérő és változó lehetett.

Ha feltételezzük, hogy a paleomágneses mérésekből meghatározott mágneses pólushelyzet forgástengelyünk irányát is képviseli, akkor a paleomágneses adatokból kiszámíthatjuk az előző geológiai koroknak megfelelő keleti irányt. A táblázat tartalmazza az eurázsiai paleopólusok koordinátáit (IRVING, E.: Paleomagnetism and its Application to Geological and Geophysical Problems, New York, London, Sydney 124—125, 1964.), a Kárpát-medence $\lambda = 47°00'$ és $\varphi = 20°00'$ pontjának azokból számított földrajzi szélességét és e pontban a jelenkorival egybevetett ősi keleti irányokat. A táblázatból és az 1. ábrából látható, hogy a jurától a keleti irány meglehetősen gyorsan fordult a jelenlegi felé. Feltételezhető, hogy ez az irányváltozás a Kárpáttömegek aktivizálódása szempontjából jelentős volt. (1. ábra)

A $\varphi = 47°00'$ $\lambda = 20°00'$ kárpátmedencei pont keleti iránya és földrajzi szélessége paleomágneses mérésekből

Földtörténeti korok		Időtartam millió év	Paleopóluskoordináták		A keleti irány és földrajzi szélesség változása	
			φ	λ		
	Pleisztocén	1				
	Pliocén	1—12	83°	140°W	— 3°	40°22'
Kainozoikum	Miocén	12—26				
	Oligocén	26—38	76°	150°E	13°	37°08'
	Eocén	38—58				
	Kréta	58—127	72°	168°E	11°	31°07'
Mezozoikum	Jura	127—152	58°	105°E	44°	40°40'
	Triász	152—182	50°	146°E	33°	17°37'
	Perm	182—203	43°	166°E	24°	4°53'
	Karbon	203—255	30°	151°E	41°	- 1°15'
Paleozoikum	Devon	255—313	31°	158°E	35°	- 3°20'
	Szilur	313—350	25°	132°E	57°	4°27'
	Kambrium	350—430				

Vizsgáljuk meg egy — a Kárpát-medence alakjának és méreteinek megfelelő — tömeg kinetikus és potenciális energia-mérlegét. Legyen a tömeg 300 000 km^2 ellipszis-alakú alapfelületű, 100 km vastagságú, 3,33 g/cm^3 sűrűségű, tehát 10^{23} g tömegű korong. Ebben a felfogásban tehát a Kárpátok vízválasztó vonala által bezárt terület kéreg- és legfelső köpeny-tartomány anyagát vesszük számításba. A 100 km vastagság nem kapcsolódik közvetlenül valamilyen földtartomány mélységi határához. Számításainkban a



1. ábra. A hegységképződés kezdeti szakasza a geológiai korokhoz tartozó keleti irányokkal. A görbe nyíl jelzi az elliptikus henger feltételezett elmozdulási és elfordulási irányát

kevéssé viszkózus legfelső köpenyben kívántunk maradni, hogy energia szempontjából a lehetőségeket csak minimálisan használjuk fel. Ez a tömeg a Föld tengelykörüli forgása miatt $3 \cdot 10^4$ cm/sec sebességgel halad, teljes kinetikus energiája $4{,}5 \cdot 10^{31}$ erg.

A forgássebesség 100 millió év alatt 2000 másodperccel változik, a sebesség relatív változása tehát 2,32%. Az energiaképletben a sebesség négyzete szerepel, ezért az energia változása 100 millió év alatt:

$$E_1 = 2{,}1 \cdot 10^{30} \text{ erg.}$$

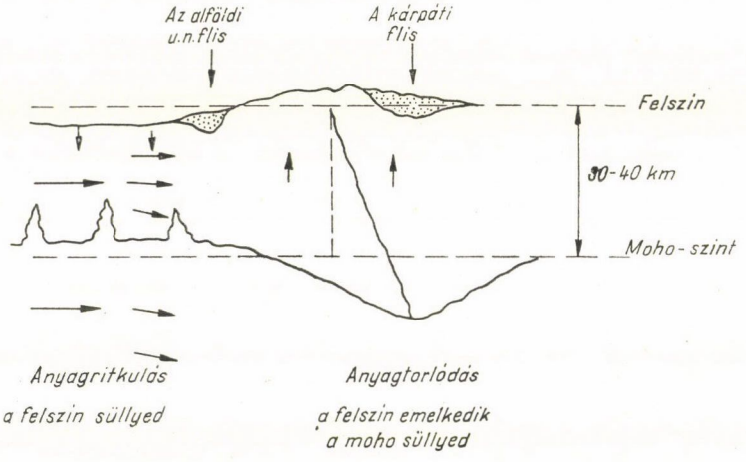
A tömegnek ez az energiája alakulhat át valamiképpen részben potenciális, részben hőenergiává.

A fékeződéskor fellépő erők hatására ez a korong kelet felé mozog, és felülről nézve az óramutató járásával megegyező irányban elfordul. Az elfordulásra a hegyszerkezet alakjából és abból a csehszlovák paleomágneses megállapításból következtethetünk, hogy az Északnyugati- és Északi-Kárpátok keletkezésük után vették fel íves formájukat (V. BUCHA szóbeli közlése).

A folyamat első lépéseként a fellépő húzó és csavaró hatásokra kialakul a geoszinklinális, majd a folyamat előrehaladtával torlódások és szakadások állnak be. Torlódjék fel a korong fedőlapjának keleti és északi peremén, a felület egyharmadán egy — az alapszinthez viszonyítva 1000 méter szintkülönbségű — hegyvonulat. A kiemelkedő tömeg térfogata 100 000 km³ és tömege $3{,}3 \cdot 10^{20}$ g. Tömegközéppontjának emelkedése 500 méter. A kiemelkedéshez szükséges potenciális energia tehát:

$$E_3 = 1{,}6 \cdot 10^{28} \text{ erg.}$$

Ezt a kiemelkedést az előző E_1 kinetikus energia nagyságrendjénél fogva előidézhette.



2. ábra. A hegyképződés kezdeti szakaszának vázlata kelet-nyugati szelvényben

A folyamat valószínűleg a mezozoikum elején, a képlékenyebb, mélyben levő tömegekben indult meg. A mezozoikum kezdetére kialakította az első geoszinklinálist (hegységgyökeret), majd a krétában izosztatikusan megemelte az említett peremi hegyvonulatot délkelettől északnyugatig és elszakadt a Dinaridáktól. A kárpáti hegységgyökér betüremkedése húzófeszültséget, ritkulást és süllyedést okozott a medence belső területén. Az emelkedő és süllyedő területek határának a törése egy árok képében jelent meg a felszínen. Ebben rakódott le a tiszántúli felsőkréta ún. flis-összlet (1—2. ábrák). Nem lehet véletlen, hogy ez utóbbi időben korrelál a kárpáti flissel, amely ugyanezen mozzanat geoszinklinálisbeli terméke.

A hatás az idők folyamán mind erősebb lett, és a kárpáti szávai fázis után megindult a kiemelt hegységek lepusztulása és az anyag vándorlása a medence belseje felé a szintkülönbség, továbbá a felszíni meteorológiai és hidrológiai hatások következtében. Az anyagvándorlás kezdetben kisméretű volt, mert a kis szintkülönbség mellett kicsi volt a lepusztuló és nagy a feltöltendő felület. Később az energiafolyamatok kifejlődése során a területarány (és esetleg a klimatikus viszonyok) megváltozásával — kb. a pannoniai emeletben — az anyagvándorlás sebessége erősen megnőtt. A hordalékanyag nyomásának növekedésével a belső terület tovább süllyedt, és ezzel újabb energiák léptek fel.

Az előbb leírt húzófeszültség törései módot adtak hatalmas vulkáni tevékenységre. Ez egyrészt fokozta a tömeghiányt a kéreg alján, másrészt növelte a kéreg tetején (a medencében) az üledékösszlet lerakódása során kialakult terhelést.

Legyen a süllyedő terület — a kárpát-medencék területének megfelelően — 100 000 km^2 és a süllyedés mértéke 4 km, tehát $1{,}2 \cdot 10^{21}$ g anyag tömegközéppontja süllyed 2 km-rel. E folyamatnak megfelelő potenciális energia: $E_{41} = 2{,}4 \cdot 10^{29}$ erg. A lepusztulás következtében a maradék 200 000 km^2 területről kb. 2 km vastag anyagréteg távozott. Az izosztatikus egyensúlyra való törekvés következtében beálló emelkedés potenciális energiája hasonló módon számolva $E_{42} = 1{,}2 \cdot 10^{29}$ erg. A két potenciális energia összege tehát:

$$E_4 = 3{,}6 \cdot 10^{29} \text{ erg.}$$

Ez az energia elsősorban az utolsó 25 millió évben bekövetkezett nagy üledékképződésből — tehát igen nagy meteorológiai energiák átalakulásából — származik. A fenti szintkülönbségek létrejötte során a kőzettömegek súrlódásából és plasztikus deformációjából keletkező hőenergia az E_4-nek valószínűleg sokszorosa.

A süllyedés az eddig ható, a Föld forgásának fékeződéséből származó, erőrendszert egy újabbal is kiegészíti. A süllyedés, illetve emelkedés miatt a tömeg egyik része 0,063%-kal közelebb, másik része pedig 0,031%-kal távolabb kerül a forgástengelytől. A két tömeg az elmozdulás következtében nyil-

ványalóan megváltoztatná kerületi sebességét: a süllyedő gyorsabban, az emelkedő megfelelő arányban lassabban forogna. Érintkezésük következtében azonban közös sebességre kényszerülnek. Határfelületeiken torlódási, nyírási és szakadási jelenségek lépnek fel. A közöttük fellépő energiakülönbség hő- és potenciális energiává alakul. Ha a tömegeket 100 km mélységig vesszük számításba, akkor a süllyedő és emelkedő tömegek energia-különbsége átlagenergiájukhoz viszonyítva: $\pm$ 1,86 · 10^{28} erg. Végeredményben a süllyedés-emelkedésből származó összes energia:

$$E_2 = 3{,}7 \cdot 10^{28} \text{ erg.}$$

Ez az energia a folyamatosan ható E_1-gyel együtt okozhatta a Kárpátokban és a Kárpát-medencében azóta létrejött kéregszerkezeti változásokat.

Jóval nehezebb a hőenergia-változások nyomonkövetése, mert itt jelentkezik a legélesebben az a probléma, hogy a Kárpát-medence energia szempontjából nem tekinthető időben és térben zárt rendszernek; ezenkívül bizonyos, hogy a mechanikus energiából átalakuló hőenergia tekintetében a számításba vett 100 km vastag anyaghenger igen kicsi. Az energiaátalakulási folyamat valószínűleg lényegesen nagyobb tömeg- illetve térfogattartományokban megy végbe. Az energiaviszonyok összehasonlíthatósága kedvéért azonban mégis végzünk egy közelítő becslést a nagyságrendekre vonatkozóan. (3. ábra)

Vegyük a medence belső területének hőáramát 0,5 μkal/sec-mal nagyobbnak a világátlagnál, megfelelően annak a felfogásnak, hogy orogén területeken magasabb a hőáram. (Ebből a szempontból a Kárpát-medencét is orogén területnek tekintjük, mert annyira körülveszik az orogén-övek, hogy azok hatása alól nem vonhatja ki magát, sőt zárt tércella voltánál fogva talán még jobban képes akkumulálni bizonyos energiákat — pl. éppen a hőenergiát —, mint a sajátosan orogén terület, amely a felszínen és a köpenyben legalább az egyik oldal felé nyitott. A medenceterület tehát a magasabb hőáram miatt hővezetés útján 16 cal/cm^2-rel több energiát veszít évente, mint a környezete. A medence évi energia többletvesztesége tehát 1,6 · 10^{16} cal/év, vagyis 6,7 · 10^{23} erg/év. 25 millió évre átszámítva az összes energiaveszteség:

$$E_5 + E_6 + E_7 = 1{,}7 \cdot 10^{31} \text{ erg.}$$

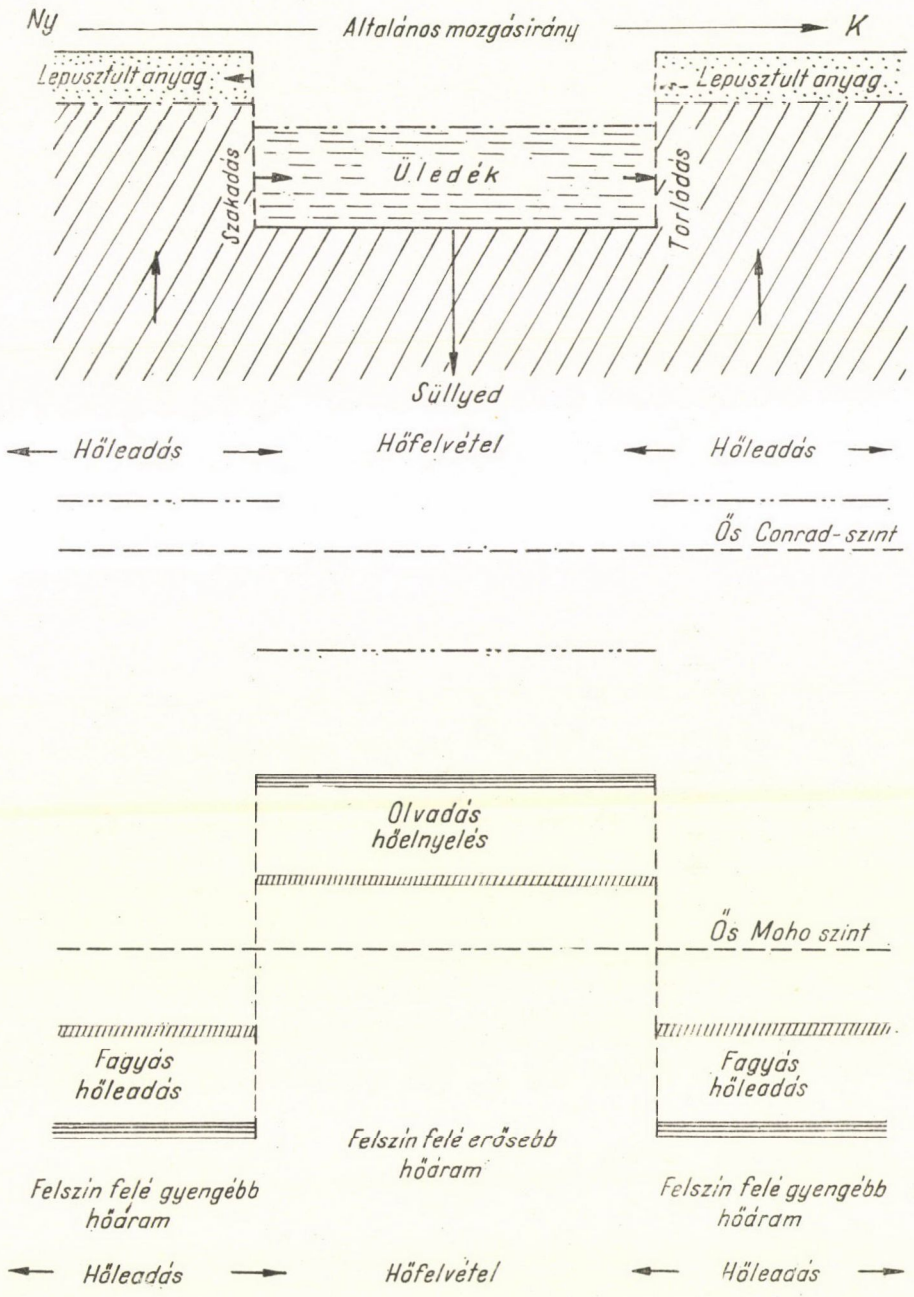
Ez az energiamennyiség összemérhető az eddig említett mechanikus energiákkal, és a következő folyamatokból származhat:

1. A potenciális és kinetikus energiának súrlódás, illetve plasztikus deformáció által hővé alakult része.

2. A süllyedés során az izosztatikus illeszkedés súrlódásának és a repedéseken feltörő vulkanitoknak a hőenergiája.

3. A süllyedés miatt fellépő vízszintes hőgradiens miatt keletkező vezetéses és anyagmozgással járó hőenergia.

4. Az E_8 jelzéssel összefoglalt egyéb energetikus hatások.



3. ábra. A süllyedő területek energiaháztartása

Ezek az energiák általában a medence felé irányuló energiavándorlással egyenértékűek, és lehetséges, hogy a leírtak mellett hozzájárulnak a hegységgyökerek és a medence alatti Moho-szintemelkedés kialakulásához. Ezért a hőenergiák tárgyalásánál az olvadással és fagyással járó energia-lekötő, illetve felszabadító folyamatok hatását is számításba kell venni (3. ábra). A mélykéreg és a felső köpeny anyagának fizikai tulajdonságait és folyamatait azonban még nem ismerjük annyira, hogy ezeknek a hőenergiáknak a nagyságrendjét akár csak becsülhetnénk is.

A gondolatmenetből jól látható, hogy a kinetikus és potenciális mechanikai energiák nem különböznek nagyságrendileg a számbajöhető hőenergiáktól, ezért felhasználhatók a földkéreg szerkezet helyi jelenségeinek és a jelenlegi felszíni formák kialakulásához vezető folyamatoknak energetikus magyarázatára.

A Föld belsejében a felszíni geológiai formákból következtetve — mint a vitaindító előadásban is láttuk — anyagáramlást, anyagmozgást kell feltételezni. Minél nagyobb mélységekről van szó, annál nagyobb tömegek vehetők számításba, és annál nagyobb a mozgó tömegek energiatartalma.

Hozzászólásunkban ezeknek a mozgásoknak egy lehetséges energiahátterével foglalkozva hangsúlyoztuk a mechanikus energiák szerepét, nem zárva ki természetesen más energiák hatását sem. Nem igényelünk a leírt modellnek tévedhetetlenséget, csak rá akarunk mutatni egy eddig elhanyagolt szemléleti módra a geotektonika jelenségeinek magyarázatában.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR AKADÉMIKUS, OSZTÁLYTITKÁR BESZÁMOLÓJÁHOZ

(TUDOMÁNYOS FŐFELADAT)

PANTÓ GÁBOR

LEV. TAG

A beszámolónak a magyar föld fejlődésének és életének lényegi megismeréséhez vezető nagy fontosságú megállapításai a világviszonylatban kiemelkedő fejlettségű magyarországi szeizmikus kéregkutatás legújabb eredményeinek (MITUCH—POZSGAY) geokémiai értelmezésében gyökereznek. A széles távlatokat nyitó értelmezés érdekesen találkozik más kiindulású és módszerű (izotóp-geokémiai-petrológia) eredményeinkkel.

A Tokaji-hegységi fiatal vulkanitok Sr-izotópeloszlásának vizsgálata az eredmények széleskörű statisztikus-petrológiai értékelésével (KOVÁCH et al. Acta Geol. 12.) ahhoz a meglepő felismeréshez vezetett, hogy a petrogenetikailag kétségtelenül egy tőről származó andezit-riolitsorozat tagjainak ^{87}Sr-többlete idősebb (savanyú, nagyobb Rb- vagy radiogén Sr-tartalmú) kőzetanyaggal végbement kontaminációval egyértelműen nem magyarázható. Ha a differenciáció (nem ortodox gravitációs vagy kristályosodási, hanem illó-áttételes) mechanizmusát a Rb/Sr-hányados eltolódásában szerephez kívánjuk juttatni, hatalmas dimenziójú magma-generátor kialakulása és a differenciáló hatások földtanilag is nagy — 100—150 millió éves — időtartamú érvényesülésének szükséglete merül fel. A magmaérlelődés rendkívül hosszú — középső-krétától a pliocénig nyúló — számos nagy földtörténeti változáson keresztül be nem fagyó folyamatának felvetése, mely egyetlen szervesen kapcsolódó fejlődési láncra fűzi a banatitoktól a Hargita andezitjéig a Pannonikum valamennyi „szerorogén" vulkanitjának képződését, itt csak izotópgeokémiailag alátámasztott petrológiai munkahipotézisként jelentkezett.

Egy hipotézis helyességének próbája mindig az, miképpen illik, kapcsolódik más, távolabbi tudományterületek megállapításaihoz, és válik keresztbizonyítások nélkülözhetetlen alkatrészévé. A fenti izotóp-geokémiai posztulátum SZÁDECZKY-KARDOSS E. akadémikus ugyanezen időtartamra méretezett kéregalji magmaképző és CORIOLIS-nyomaték befolyásolta, elosztó rendszer modelljébe szervesen beillik, így hatásos igazolást nyer.

A kéregbeli magmafejlődés, vándorlás maximális volatilizálódását és egyben intenzitását is az ÉK-i (Tisza menti) szektorban, a tortonban éri el.

E szakasz valamennyi — krétától pliocénig terjedő — fázis fölé emelkedő produktivitását és ignimbrit-túlsúlyát a „középső riolittufa" összletre és járulékaira vonatkozó eddigi ismereteink is bizonyították. A bemutatott Tarpa—Hajdúhadház szeizmikus szelvény (MITUCH E.) sebességadatai arra látszanak utalni, hogy torton vulkanitjaink tömegét az eddigi 1000 m helyett — különösen a szelvény keresztezte vulkanotektonikus árokban — 3000 m-rel is kell számítanunk, ami torton vulkanizmusunkat a Föld leghatalmasabb, viszonylag szűk időhatárok között felhalmozott vulkáni képződményei sorába emeli.

A középső riolittufa és hozzá kapcsolódó vulkanizmus, melynek tiszántúli izopachjait a legfrissebb adatok tükrében valószínűleg át kell számítani, nem csak a többi szakaszt erősen túlhaladó félelmetes tömegével, de legnagyobb — csaknem a Pannonikum valamennyi jelentősebb ércesedéséig szétfutó — horizontális elterjedésével is kitűnik. A „kárpáti" vulkanizmus ezen — a teljes magmatizmus utolsó harmadába eső — legnagyobb szabású paroxizmusát előkészítő, kéregbeli illó-akkumulációnak jelentős nehézfém-alapdúsulást tulajdonítunk. Ennek az ignimbrites vulkánosság jellegéből fakadó, szórt klark fölé emelkedésnek tulajdoníthatjuk az elsődleges kollektorszerepet a pannoniai ércprovincia kialakulásánál. Az ignimbrit ezen magasabb nehézfém-szintjéről, vagy az a fölött kialakult agyagos üledék még magasabb koncentrációjáról indulhat azután a következetesen torton, érchozó, szubvulkáni andezitműködés okozta kőzetképződésen át vezető vagy azt követő (kísérő) transzvaporizációs („hemiaszcendens-laterálszekréciós") mechanizmusú, már ipari szintet elérő hidrotermális ércesedés.

AKTIVÁCIÓS ENERGIÁK MÉRÉSE

STEGENA LAJOS

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A mélyáramlások kvantitatív tanulmányozását újabban V. I. ZHARKOV (Trudi Inst Fiz. Zeml. ANSSSR. 1960. 11) és R. B. GORDON (Journ. Geophys. Res. 1965. 10) munkái tárgyalják. E mozgások mennyiségi vizsgálata a — nagyobb mélységben érvényes — diffúziós koefficiensek ismeretét kívánja meg. A D diffúziós koefficiensből a Stokes—Einstein törvénnyel a viszkozitás kifejezhető.

A diffúzivitás T függését a

$$D = D_0 e^{-A/kT}$$

összefüggés írja le, A aktivációs energia, k Boltzmann-állandó, T hőmérséklet. A nyomásfüggés elhanyagolható.

Aktivitációs energiát csak kevés olyan anyagon mértek, ami a Föld nagyobb mélységére alkalmazható lenne. Így: O_2 diffúzió üvegen 450°-on, Ag diffúzió üvegen 500 → 600°-on, H_2O diffúziója kvarcüvegen 500 → 1000°-on, Ca diffúziója Ca szilikáton 500 → 1000°-on, argon diffúziója $K_2O - CaO - SiO_2$ üvegen, 500 → 1000°-on (STEGENA, Boll. di Geophisica. 1966. 32).

Nézetem szerint további tanulmányok mélységbeli kőzeteken, elsősorban a Ca, Mg, K, Na, O_2, H_2O, SiO_2-re vonatkozóan, nagymértékben pontosítanák a mélyáramlásra és a szelektív mélyáramlásra vonatkozó mennyiségi ismereteinket.

HOZZÁSZÓLÁS
SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR AKADÉMIKUS TUDOMÁNYOS ELŐADÁSÁHOZ

A MOHO-FELÜLET TERMÉSZETE ÉS A FÖLDKÉREG ÁTALAKULÁSA

STEGENA LAJOS
A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A MOHO-felületre vonatkozóan két fő elmélet alakult ki.

Az egyik szerint az M-felület kémiai határ, a bázikus kéreg-kőzeteket választja el az ultrabázikus felső köpenytől. A kéreg átalakulása (vastagodás, vagy vékonyodás), az anyag vándorlása az előadásban említett mélyáram révén (convection cells, Unterströmung) megy végbe.

A másik elmélet szerint az M-felület termodinamikai határfelület, amelynél azonos kémiai összetételű anyag két fáciese (bazalt és eklogit fácies) találkozik (FERMOR 1914). Az M-felület lefelé vagy felfelé mozgása a p-T viszonyok változása folytán bekövetkező fázisváltozással történik.

Mindkét fajta elmélet számos ellenérvet váltott ki (STEGENA 1966). A kémiai bazalt-peridotit elmélet és a mélyramlása ellen az alábbi érveket hozzák fel:

1. A kéreg és a köpeny egyenletes elkülönülése az egész Földön (MAC DONALD—NESS 1960). Az M réteg határsebessége csak szűk intervallumban változik. A kéreg a köpennyel csak kis területen keveredik (crust-mantle mix, COOK 1962).

2. A kéreg és a felsőköpeny viszkozitása túlságosan nagy (10^{26}-10^{14}) poise, COOK 1963).

3. A szeizmikus határfelületek és a konvekciós cellák együttes létezését nem egyszerű megmagyarázni.

4. Az óceáni és kontinentális hőáram azonossága. Ultrabázikus felsőköpeny esetén a kontinentális hőáram nagyobb lenne (GUTENBERG 1944; BIRCH 1958; KENNEDY 1959).

5. A kontinensek és hegyek létezése. Az eróziónak viszonylag rövid geológiai idő alatt szét kellett volna szórnia a kontinentális anyagot az óceánokba (KENNEDY 1959).

A bazalt-eklogit elmélet és a fázisátmenet ellen szóló érvek:

1. Az óceáni M felületnél más a nyomás és a hőmérséklet (2.10^3 atm és 100 °C), mint a kontinentális M felületnél (10.10^3 atm és 5—600 °C). Emiatt nem lehet azonos fázisátmenettel magyarázni a kétféle M-felszínt (BULLARD—

GRIGGS 1961). A YODER—TILLEY (1961) kísérletek szerint az óceánok alatti M-nél nem elég a nyomás és a hőmérséklet a bazalt-eklogit átmenethez.

2. A bazalt-eklogit átmenet alapján számolt (WETHERILL 1961; PAKISER 1965) és a ténylegesen mért kéregvastagságok nem egyeznek (WYLLIE 1963; PAKISER 1965).

3. Az óceáni bazaltokban nincsenek eklogitzárványok, csak ultrabázitok vannak (STISHOV 1963).

4. A mért hőáram-ingadozásokat nem követi az M felület megfelelő mélység-ingadozása (BULLARD—GRIGGS 1961; VON HERZEN 1963; WYLLIE 1963).

5. BIRCH (1960 és 1961) mérései a gránitok és bazaltok sebességének mélység (p, T) függésére nem egyeznek a kéregben és a felsőköpenyben ténylegesen mért sebesség-mélység eloszlásokkal (KOSMINSKAYA 1964).

6. A bazalt-eklogit átmenetnek nagy mélységintervallumban (kb. 15 km) kellene végbemennie. Viszont a szeizmikus felület éles (BULLARD—GRIGGS 1961).

E nem könnyen cáfolható ellenérvek kompromisszumos megoldásokat szültek. STISHOV (1963) felteszi, hogy a kontinentális MOHO fázisátmeneti, az óceáni pedig kémiai felület. WYLLIE (1963) szintén úgy véli, hogy a bazaltos réteg alatt egyes helyeken eklogit, másutt peridotit van, a szeizmikus diszkontinuitás mindig a bazalt alját, a bazalt-eklogit vagy más helyeken a bazalt-peridotit határt jelzi. —Azonban e nézetek is támadhatók. STISHOV nézetével szemben megemlíthető, hogy peridotit-zárvány úgy óceáni, mint kontinentális területeken előfordul (FORBES—KUNO 1965), továbbá az ochotski mérések (Stroenie zemnoi korii, 1964) bizonyítani látszanak az óceáni és kontinentális kérgek egymásba átalakulását. — WYLLIE nézetével szemben PAKISER (1965) azt veti fel, hogy abból táblákra és pajzsokra vékony, orogénekre vastag kéreg következik; azonban az USA területén fordított a helyzet: a kéreg a stabil kontinentális részeken vastag, és az aktiváltakon vékony. — Úgy STISHOV, mint WYLLIE nézetében vitatható, hogy az eklogitnak és perioditnak azonos sebességet kell tulajdonítani.

Úgy tűnik, hogy úgy a fázisátmenet, mint a kémiai felület elleni érvek legalább részben helytállóak. Ezért szükséges az M felületre, és annak átalakulására új lehetőségeket, új utakat keresni. SZÁDECZKY-KARDOSS E. egyes munkáiban és nagyheti előadásában a földtan e fontos alapproblémájában mutatott ilyen új utakat.

1. Víz (gőz) jelenléte lényegesen módosítja az ásványtársulatok (kőzetek) fázisátmenetéhez tartozó p-T értékeket (SZÁDECZKY-KARDOSS 1968). Ez a megállapítás megszünteti a bazalt-eklogit fázisátmeneti elmélet elleni 1., 2., 3. és 4. érvet, mert a fázisátmenet mélysége nemcsak az ott uralkodó nyomástól és hőmérséklettől függ, hanem a víztartalomtól is.

Kívánatos lenne olyan fázisátmeneti bazalt-eklogit görbék nagynyomásos kísérleti felvétele, amelyek különböző víztartalom mellett lépnek fel.

2. A szerpentinek csúszási felületei, a szerpentinsávok mentén kialakuló elmozdulások (SZÁDECZKY-KARDOSS 1968) lehetővé teszik, hogy eltekintsünk a mélybeli kőzetanyag viszkozitással jellemzett NEWTON-folyadékként való kezelésétől. Ílymódon ismét feloldódnak a viszkozitással kapcsolatos nehézségek; a szerpentin elterjedésének és különösen mélybeli (feltehetően eléggé vízmentes környezetben való) előfordulásának vizsgálata további jelentős adatokat szolgáltathat.

3. A szelektív migráció (SZÁDECZKY-KARDOSS 1967) folyamán a kőzetanyag egyes komponensei (elemek vagy gőzök) előre sietnek, a többiek hátramaradnak. Az elmélet azon alapul, hogy az anyag mozgási sebessége nagyjából az ionpotenciálok függvénye, így a magma mozgásakor („öndiffúzió" következtében) a nagyobb ionpotenciálú „könnyen illók" (H_2O gázok, Na, K) előre sietnek. Hasonló elméletet, hogy t.i. az M felület kialakulhat és átalakulhat úgy, hogy a földkéreg és köpeny anyagának csak egy része mozog, míg a maradék többé-kevésbé helyben marad, állított fel RISNITSENKO és KOSMINSKAYA (1963) is. Ők a földkéreg szeizmikus határfelületeit és az M felszínt a „metaszomatizmus frontjainak" képzelik el, e folyamat pontosabb részletezése nélkül. TIHOMIROV (1958, 1963) nézete is hasonló: a kéreg transzformációja metaszomatizmussal történik. A SZÁDECZKY—KARDOSS féle szelektív migrációs elmélet ez általános nézeteknél egzaktabb alapokból kiindulva győzi le a magmaáramlásokkal szembeni legfontosabb ellenérvet, a nagy viszkozitás nehézségeit (2. érv), és jól magyarázza — elsősorban az alkáliák vándorlásával a kéreg- köpeny transzformációt.

Az alábbiakban, SZÁDECZKY-KARDOSS elméleti munkásságára támaszkodva, kísérletet tesznek annak tisztázására, hogy milyen mérvű lehet az M felületnél a szelektív migráció. Földtani becslések (STEGENA 1966) alapján 1—10 km-es kéregátalakulás 1—10 millió év alatt játszódik le. Ha a szelektív migráció lehetővé teszi ezt a sebességet, akkor számításba jöhet, mint a kéregátalakulás módja.

A migráció általános fogalom, amely többféle erőhatást foglal magában (pl. filtráció, kapillaritás, diffúzió). Ezek közül a diffúziót vizsgáljuk az M felszínnél, mint a leginkább számbajövő mozgásformát.

A diffúziót a FICK-egyenlet

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \cdot \Delta C$$

írja le; a diffundáló anyag C koncentrációjának időbeli változása arányos a koncentráció LAPLACE-ával. A diffúzió sebessége a D diffuzivitástól függ, ami a diffundáló anyagra és a diffúziós közegre jellemző.

Az M felszínnél érvényes D-re vonatkozólag az alábbi megfontolásokat tehetjük.

1. GORDON (1965) elméletileg vizsgálta a diffuzivitás változását a Földben, a mélység függvényében. A diffuzivitás adott p nyomás és T hőmérséklet mellett

$$D = D_0 e^{-(pV^* + E^*)/kT}$$

Itt $V^* = V_v + V_m$, a hibahelyek parciális moláris térfogatának és az aktivációs térfogatnak az összege, $E^* = E_v + E_m$ a hibahely képződés energiájának és a diffúziós energiának az összege. GORDON arra a megállapításra jut, hogy felvett modelljére (periclasban Mg és O diffúzió)

$$1 \leq D_0 \leq 10, \qquad 3 \leq E^* \leq 6, \qquad 5 \leq V^* \leq 20$$

a plauzibilisen lehetséges értékek ($cm^2\ sec^{-1}$, elektronvolt és köb angström egységekben). Ezekből az adatokból a MOHO-felszínre ($p = 10^4$ atm, $T = 800$ °K) $D = 10^{-18}$ $cm^2\ sec^{-1}$ maximális diffuzivitást számolhatunk. A nyomásfüggést kifejező pV^* tag az M felszínnél még elhanyagolható. Hasonlóan kis érték kapható ZHARKOV alapján is. ZHARKOV (1960 a, b) a földköpenyben a szilikátok oxigénjének öndiffúziós koefficiensére

$$D \sim 10 \exp\left\{ -\frac{43000}{T} \exp(2.5\ \bar{X}\ p) \right\} cm^2\ sec^{-1}$$

diffuzivitást vezet le, elméleti úton. E képletből $\bar{X}p$ integrált kompresszibilitás értékét az M rétegre beírva ($\bar{X}p = 0{,}0087$; ZHARKOV, 1958), az M rétegre $D \sim 1{,}5 \cdot 10^{-24}$ $cm^2\ sec^{-1}$ diffuzivitás számolható.

2. Kiindulhatunk a föld effektív viszkozitásából is. KÄÄRIÄINEN (1953) Fennonscandiára $\mu \sim 10^{22}$ poise, CRITTENDEN (1963) Lake Bonnevillere $\mu \sim 10^{21}$ poise effektív viszkozitást mért, a posztglaciális mozgásokból.

Ezekből az értékekből, — amelyeket a MOHO-felszínre érvényesnek fogadunk el, a

$$D = 10\ k\ T\ R^2/\eta\ V_a$$

képlet (HERRING, 1950) alapján, k = BOLTZMANN-állandó, T = 800 °K, R = közepes szemnagyság sugara, polikristályos anyagokra ~0,05 cm (GORDON, 1965), V_a = atomtérfogat $\sim 10 Å^3$ — behelyettesítésekkel $D = 3 \cdot 10^{-14} - 3 \cdot 10^{-13}$ $cm^2\ sec^{-1}$ diffuzivitást számolhatunk az M felszínre.

De feltehetjük COOKKAL (1963), hogy az effektív viszkozitás a mélységgel változik, és a ténylegesen mért $10^{21}-10^{22}$ poise viszkozitás úgy alakul ki, hogy

$\eta(0\ km) = 10^{25}-10^{26}$ poise, $\eta(35\ km) = 10^{14}$ poise és $(150\ km) = 10^{11}$ poise.

ZHARKOV (1960 b) szintén 10^{14} poise viszkozitást számol a köpenyre. Az $\eta(35\ km) = 10^{14}$ poise viszkozitásból az M felszínre $D = 3 \cdot 10^{-6}\ cm^2\ sec^{-1}$ diffuzivitás adódik. GORDONnal (1965) feltehetjük, hogy ez valószínűleg túl nagy érték.

3. Végül a föld anyagához némileg hasonlító anyagokon végzett tényleges mérésekre is támaszkodhatunk. Néhány ilyen mérést az alábbi táblázat foglal össze.

O_2 diffundál GeO_2-os üvegen (Canina 1959)	$T = 450$ °C $D = 3{,}7 \cdot 10^{-12}$ cm^2 sec^{-1}
Ag diffundál üvegen (Kinumaki—Ito 1956)	$T = 500$ °C $D = 3{,}45 \cdot 10^{-14}$
	$T = 600$ °C $D = 3{,}45 \cdot 10^{-12}$
H_2O diffundál kvarcüvegen (Moulson—Roberts 1958)	$T = 500$ °C $D = 1 \cdot 10^{-14}$
	$T = 1000$ °C $D = 1 \cdot 10^{-10}$
Ca diffundál Ca szilikátban (Wolkonski et al. 1957)	$T = 500$ °C $D = 3 \cdot 10^{-37}$
	$T = 1000$ °C $D = 1 \cdot 10^{-17}$
A diffundál $K_2O—CaO—SiO_2$ üvegben (Reynolds 1957)	$T = 500$ °C $D = 2 \cdot 10^{-16}$
	$T = 1000$ °C $D = 2 \cdot 10^{-7}$

Összefoglalva fenti megfontolásainkat, nem sikerült pontosan megállapítani, mekkora lehet a számunkra legérdekesebb alkotórészek (O_2,H_2O, K, Na) diffuzivitása az M-felszínnél, de nagymértékben valószínű, hogy ez $D = 10^{-6}$ cm^2 sec^{-1}-nél kisebb, és valószínűleg $10^{-8}—10^{-10}$ cm^2 sec^{-1} körül van.

Ez a diffuzivitás kissé alacsony ahhoz, hogy a kéregátalakulás földtanilag plauzibilis sebességét (pl. a Magyar Medence területén 10 km-es kéregelvékonyodás a harmadkor óta) lehetővé tegye; pontosabb konklúziót az M felszín közeli kőzethez jobban hasonlító anyagokon mért diffuzivitások segítségével lehetne tenni. Ez az előadás szerint a Szádeczky-Kardoss E. vezette Geokémiai Kutató Laboratórium legközelebbi programjában benne is van.

Továbbá a migráció lehetséges útjai közül csak egyet, a moláris-diffúziót tárgyaltam, mint kvantitatíve viszonylag jól kezelhető jelenséget. Más folyamatok — még a diffúzión belül is a molekuláris diffúzió — további lehetőségeket nyújthatnak a szelektív migráció kialakítására.

IRODALOM

Birch F.: Bull. Geol. Soc. Am., **69**, 1958.—Birch F.: Jour. Geoph. Res., **65** and **66**, 1960 1961. — Bullard E. C.—Griggs, D. T.: Royal Astr. Soc. Geoph. Jour., **1**, 1961. — Canina V. G.: C. R. Seances Acad. Sci., **248**, 2/3, 1954. — Cook K. L.: Adv. in Geoph., **9**, 1962. — Cook M. A.: Jour. Geoph. Res., **11**, 1963.— Crittenden M. D.: Jour. Geoph. Res., **68**, 1963. — Fermor L. L.: Geol. Mag., **51**, 1914. — Forbes B.—Kuno H.: New Delhi Symposium, 1964, 1965. — Gordon R. B.: Jour. Geoph. Res., **10**, 1965. — Gutenberg B.: Handbuch der Geophysik, 1944. — Herring C.: Jour. Appl. Phys., **21**, 1950. — Kääriäinen E.: Publ. Fin. Geod. Inst., **42**, 1953. — Kennedy G. C.: Am. Scientist, **47**, 1954. — Kinumaki S.—Ito T.: Sci. Rep. Res. Inst. Tohoku Univ. Ser., A. **8**, 1956.—Kosminskaya I. P.: Jour. Geoph. Res, **4**, 1964. — Mc. Donald G. F. J.—

NESS N. F.: Jour. Geoph. Res., **65**, 1960. — MOULSON A. J.—ROBERTS J. P. Nature, **19**/7, 1958. — PAKISER L. C.: Geol. Survey Res., **525**-B, 1965. — Reynolds M. B.: J. Am. Ceram Soc., **1**/11, 1957. — RISNITSENKO JU. V.—KOSMINSKAYA, I. P.: Dokl. ANSSSR., **2**, 1963. — STEGENA L.: Boll. di Geofisica, **32**, 1966. — STISHOV S. M.: Izv. ANSSSR Ser. Geof., **1**, 1963. — Stroenie zemnoy kory v oblasti perehoda ot Asiatskogo Kontinenta Tichomu Okeanu. Moszkva, 1964. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: MTA X. Osztályközlemények, **1**, 41, 1967. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Ber. Deutsch. Ges. geol. Wiss., **3**, 1, 1968. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968. — TIKHOMIROV V. V.: Izv. ANSSSR Ser. geol., **8**, 1958. — TIKHOMIROV V. V.: Dokl. ANSSSR, 5. — VON HERZEN R.: Jour. Geoph. Res., **14**,, 1963. — WETHERILL G. W.: Jour. Geoph. Res., **66**, 1961. — WOLKONSKI B. W.—SSUDAKASS L. G.: Zement, **3**, 1957. — WYLLIE P.—J.: Jour. Geoph. Res., **15**, 1963. — YODER H. S.—TILLEY C. E.: J. Petrol., **3**, 1961. — ZHARKOV V. N.: Izv. ANSSSR, **4**, 1958. — ZHARKOV V. N.: Trudi Inst. Fiz. Zeml. ANSSSR, **11**, 1960. — ZHARKOV V. N.: Trudi Inst. Fiz. Zeml. ANSSSR, **11**, 1960.

ÉRTEKEZÉSEK, HELYZETKÉPEK

A FÖLDMÁGNESES ALAPKUTATÁS NÉHÁNY IDŐSZERŰ KÉRDÉSÉRŐL

BARTA GYÖRGY
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA, BUDAPEST

LE MINH TRIET*
HANOI

A földmágneses erőtér vizsgálata többszáz évvel ezelőtt kezdődött. Rendszeres mágneses méréseket először gyakorlati okokból végeztek. A középkor végének és az újkor elejének nagy felfedező utazásait az iránytű alkalmazása tette lehetővé. A mágnestű és a csillagászati észak által bezárt szögnek — a mágneses deklinációnak — tekintetbevétele az utazások biztonságát és céltudatosságát növelte, az út hosszát pedig csökkentette. Ezért a mágneses deklináció mérését a XVI. században az egész Földre kiterjesztették, és a világtengereken elszórt deklinációs mérési eredményekből már 1550-ben világtérképet is szerkesztettek. Különös, hogy bármilyen réginek is tűnnek ezek az adatok, néhány fontos kérdésre ma is választ nyerhetünk belőlük.

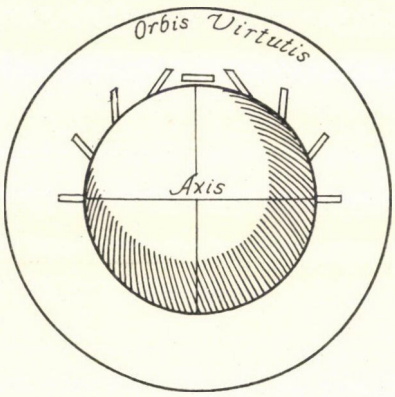
A korai mágneses mérések alapján WILLIAM GILBERT már általános megállapításokat is tehetett, és 1600-ban kimondhatta, hogy a Föld egy nagy mágnes (1. ábra). Azonban nemcsak az ilyen régi, ma már tudománytörténeti jellegű megállapítások vonhatók le ezekből a térképekből, hanem a legújabb évszázados változás vizsgálatokban is eredményesen felhasználhatók. A legprimitívebb, 1550-ből származó földmágneses deklináció térképekből is bizonyos feltételezésekkel ki lehetett számítani pl. a földmágneses tér skaláris potenciáljának gömbfüggvény együtthatóit, és így ettől az időponttól kezdve a földmágneses tér általános tulajdonságait elég pontosan figyelemmel lehet kísérni.

Nyersanyagkutatás céljára alkalmazott helyi jellegű méréseket csak jóval később, a XVII. század közepén végeztek először a svéd magnetit-telepek felkutatására. A kőzetmágnesség jelenségét azonban JOAO DE CASTRO portugál tengerész már egy évszázaddal előbb felismerte. A felső földkéreg geológiai felépítésének részletes vizsgálata mágneses mérések útján csak a múlt században kezdődött, és a repülőgép és hajóvontatású műszerek alkalmazásával manapság lényeges új vonásokat nyert.

* LE MINH TRIET vietnami aspiráns négy éve végez hazánkban földmágnességi kutatásokat, különösen a magas légkör és a szoláris korpuszkuláris sugárzás kölcsönhatása következtében fellépő magneto-hidrodinamikai folyamatokat vizsgálja. Választott munkaköre hazája szempontjából azért jelentős, mert a Vietnámon áthaladó mágneses egyenlítő közelében a magas légkör elektromágneses jelenségei különösen érdekesek.

Ezek a mérések egy sor planetáris méretű problémát is felvetettek (pl. óceáni hátságok mágneses hatása), de legfontosabb eredményük a mágneses világfelmérések minőségének ugrásszerű növekedése volt. Az eddig szétszórt, különböző időkben végzett mérések és ritkán fekvő obszervatóriumok adatainak összedolgozásából kialakított világtérképek helyett most már folyamatos profilmérésekkel összekötött hálózat alapján lehet mágneses terünk képét kialakítani. Földfelszíni mérésekkel csak a hálózat sarokpontjait kell megerősíteni.

Obszervatóriumi megfigyelésekből már az is régóta ismeretes, hogy a földmágneses tér nemcsak térben, hanem időben is változik. Ennek a változásnak rendszeres vizsgálata csak a múlt század végén kezdődött. BALFOUR



1. ábra. A Föld mint gömbalakú mágnes GILBERT nyomán

STEWART ezekből a vizsgálatokból 1883-ban arra következtetett, hogy a magas légkör valószínűleg elektromos vezető. Az elméleti megállapítás után 1902-ben HEAVISIDE és KENNELLY valóban felfedezték az ionoszférát. A földmágneses tér periodikus változásainak és háborgásainak kutatásával együtt az ionoszféra kutatása és a rádióhullám-terjedés tanulmányozása is megindult. A legutóbbi két évtized technikai haladása a földmágneses tér változásainak mérését tengerek és óceánok területén, magas légkörben, sőt az interplanetáris térben is lehetővé tette. A mérések segítségével sikerült megállapítani, hogy a földmágneses háborgások a Nap korpuszkuláris sugárzása és a magnetoszféra kölcsönhatásának következtében keletkeznek.

A földmágnességi adatok megbízhatósága, a térképek pontossága, a jelenségek ismerete az új módszerek alkalmazásával természetesen lényegesen megnőtt. Szükségessé vált a nagy pontossággal ismert földmágneses jelenségek és folyamatok matematikai leírásának fejlesztése, hogy ezáltal közelebb kerüljünk a jelenségrendszer fizikai hátterének megismeréséhez. Ezzel a vizsgálattal kapcsolatban került a földmágnesség területén alkalmazásra — a

geofizikában először — a csillagászatban és a plazmafizikában kifejlődött magnetohidrodinamikai tárgyalásmód.

A magnetohidrodinamika az egymáshoz képest mozgó elektromágneses tér és elektromosan vezető folyadék (ionizált gáz, folyékony fém, plazma) kölcsönhatásával foglalkozik. 1942-ben ALFVÉN a magnetohidrodinamikai hullámok fogalmát felhasználva sok érdekes csillagászati jelenséget megmagyarázott. A magnetohidrodinamikai tárgyalásmód az utóbbi húsz évben a földmágneses kutatásban is igen eredményesnek bizonyult.

Ismeretes, hogy a földmágneses tér forrása valószínűleg a Föld magjában rejlik, más szóval a földmágneses teret a Föld magjában lejátszódó magnetohidrodinamikai folyamatok okozzák. Szeizmológiai vizsgálatokból tudjuk, hogy 2900 km mélységben szeizmikus visszaverő réteg helyezkedik el. A réteg alatti tartományt nevezzük a Föld magjának. A Föld magjának felépítéséről és kémiai összetételéről keveset tudunk, földmágneses vizsgálatokból azonban arra következtethetünk, hogy vezetőképessége:

$$\sigma = 2{,}7 \cdot 10^{15} \text{ CGS } (3 \cdot 10^{3} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}).$$

A Föld magja tehát egy 3400 km sugarú, elektromosan vezető folyadékgömb. ELSASSER (1939) szerint a földmágneses tér a Föld magjában lejátszódó termikus konvekció következménye. A konvekciós áram mágneses hatása a dinamó effektus segítségével erősödik. FRANKELnek (1947) a magnetohidrodinamikai effektus felhasználásával az utóbbi időben sok földmágneses jelenséget (szekuláris változás, nyugati drift) sikerült bizonyos mértékig magyarázni.

A földmágneses tér rövid periódusú változásainak vizsgálatában is alkalmazhatjuk a magnetohidrodinamika elveit. A Nemzetközi Geofizikai Év óta sokan foglalkoznak a földmágneses viharok, pulzációk keletkezési mechanizmusával magnetohidrodinamikai alapon. Habár a szigorú, részletekre kiterjedő magyarázatok még hiányoznak, jelenleg az az általános felfogás, hogy a földmágneses tér rövid idejű változásait (napi változások, pulzációk, háborgások) a magnetoszféra és ionoszféra közvetítésével a nap felületén lejátszódó jelenségek okozzák.

A Föld mágneses alapterének tulajdonságai

A Föld mágneses terének sztatikus képét a tér gömbfüggvény-együtthatóival szoktuk jellemezni. Ezek az együtthatók matematikai formában tartalmazzák a mágneses tér geometriai sajátságait. Így pl. az első és másodrendű gömbfüggvény-együtthatókból kiszámítható a Föld mágneses terét legjobban megközelítő dipólus helye, iránya és momentuma. A számításokból egyértelműen kiderül, hogy a Föld mágneses középpontja nem esik a Föld geometriai középpontjába, hanem jelenleg kb. az ausztráliai Marshall-szigetek irányában excentrikusan fekszik. A különböző időpontokra érvényes gömb-

függvény-együtthatók összehasonlításából kitűnik, hogy a Föld mágneses középpontja az idők folyamán nyugati irányba vándorol. Az excentricitás iránya és mértéke is változik, és a dipólus momentuma az utolsó évszázadban csökkent.

H. FRITSCHE régi deklinációs térképek alapján kiszámította a földmágneses tér gömbfüggvény-együtthatóit az 1550—1600—1700—1780—1842——1885- és 1900-as epochákra. Érdekes, hogy az alkalmazott erős extrapoláció ellenére a FRITSCHE-féle adatokból kiszámított mágneses excentricitás jól csatlakozik az utolsó évszázad jóval pontosabb adatrendszereihez, és így a mágneses középpont vándorlásának jelensége többszáz évre visszamenőleg követhető.

A mágneses excentricitás ténye igen lényeges elvi kérdést vet fel. Rávilágít ui. arra, hogy Földünk belsejében bizonyos tömegaszimmetriát kell feltételeznünk. Ez az aszimmetria a Föld alakjában közvetlenül nem feltűnő, mert Földünk alakja egész tömegének teljes gravitációs hatását tükrözi. Így a Föld középpontja környékén fennálló esetleges tömegaszimmetriák hatását a felszínhez közelebb eső tömegek gravitációs hatása elfedi. Mágneses terünket azonban Földünk anyagának csak a legbelsőbb részében, valószínűleg Földünk magjában lejátszódó folyamatok okozzák. A külső nagy tömegek kevéssé mágnesezhetők, mágneses tér keltésében szerepet alig játszanak. Hatásukkal ezért nem is fedik el a mágneses tér belső tömegek által okozott sajátságait. Ezért alkalmasak kiválóan mágneses terünk sztatikus deformációi és szekuláris jelenségei a Föld magja felépítésének és folyamatainak vizsgálatára.

A mágneses tér aszimmetriájának vizsgálatából tehát Földünk legbelsőbb szerkezetének aszimmetriájára következtethetünk. Különböző geofizikai mérésekkel a felszínről kiindulva mind mélyebbre hatolhatunk az aszimmetrikus sajátságok feltárásában. A MOHOROVIČIĆ-réteg az óceánok alatt lényegesen magasabban fekszik, mint a kontinensek alatt. Nagyobb (100—200 km) mélységekben a kis sebességű szeizmikus rétegről is ugyanez mondható. Ezek a vizsgálatok azonban nem nyúlnak túl a köpeny és a mag határán. A legújabb szeizmológiai mérések azonban reményt nyújtanak arra, hogy a mágneses adatokon túlmenően a szeizmikus hullámok útján is felvilágosítást nyerjünk Földünk általános anyagi inhomogenitásának sajátságairól.

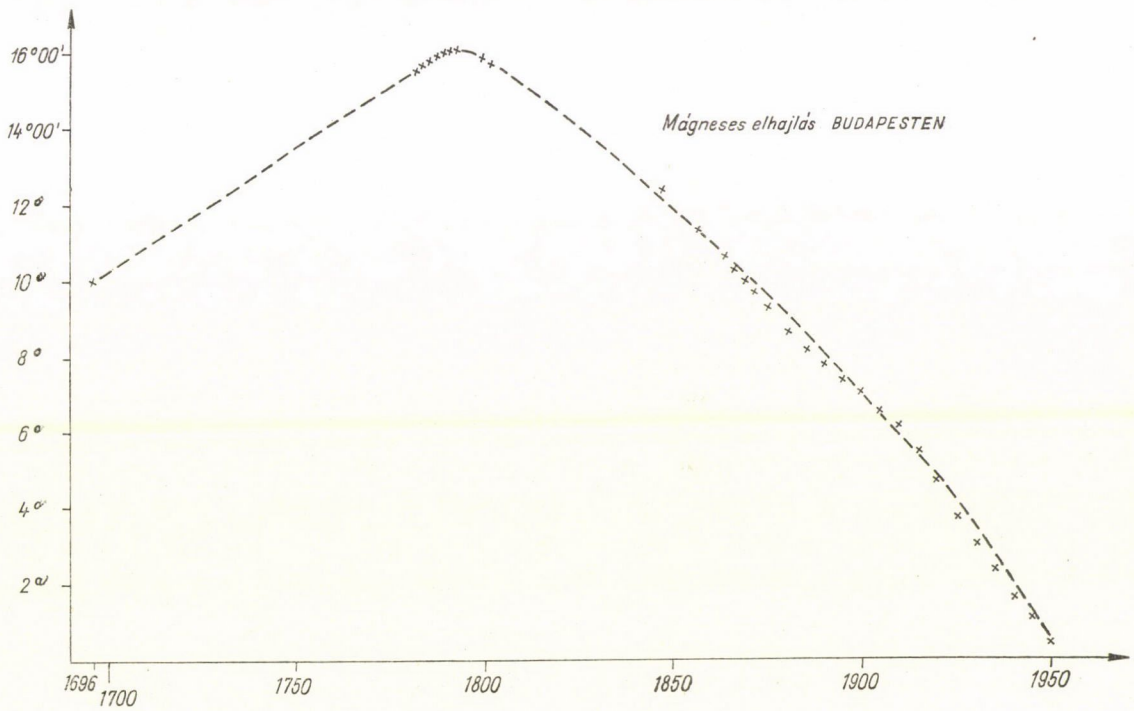
A mesterséges holdak által nyert és az utolsó években már igen nagy pontossággal megmért geoid-alak is utal Földünk anyagi inhomogenitására. A geoid-alak legnagyobb pozitív és negatív undulációi irány és nagyság szerint elég jól egybeesnek a mágneses tér aszimmetriájából következtethető tömegaszimmetriák hatásával. A mágneses tér aszimmetriájából következtetett tömeg-aszimmetriának tehát gravitációs terünk szerkezete is megfelel. Nyilvánvaló, hogy a sztatikus terek részletsajátságait továbbra is gondosan össze kell hasonlítani, és részletesen elemezni kell a hasonlóságokat.

Az évszázados változás sajátságai

Mint már említettük, a különböző korokra vonatkozó mágneses gömbfüggvények együtthatóiból számított excentricitás szabályosan változik. Ez a változás egy régen ismert jelenségnek, a mágneses évszázados változásnak a következménye.

A mágneses adatok matematikai analízise arra mutat, hogy az évszázados változás a Föld belsejében lezajló folyamatokból származik, és a földmágneses alaptérrel függ össze.

A jelenség rendkívül érdekes és rejtélyes, mert méreteivel és viszonylag gyors lefolyásával nem illeszkedik megszokott geológiai szemléletünkhöz.



2. ábra. A földmágneses elhajlás időbeli változása Magyarországon

Földünket ugyanis általában igen lassan változó testnek szoktuk tekinteni. Tapasztalataink szerint lényeges változásokat csak geológiai korok elteltével észlelhetünk rajta.

A földmágneses tér évszázados változása ezzel szemben jól mérhető, rövid idő alatt is határozottan kimutatható jelenség. Méreteire jellemző, hogy Londonban a mágneses deklináció 1600-tól 1800-ig 36°-ot; Magyarországon pedig 1800-tól napjainkig 17°-ot változott (2. ábra). Ugyanezen idő alatt Anglia geológiai felépítésében vagy a Kárpát-medence szerkezetében

lényeges változás nem történt. Ilyen nagyméretű változás nyilvánvalóan nem származhat Földünk szilárd kérgéből, sőt képlékenynek feltételezhető köpenyéből sem, mert ez nyilvánvalóan igen heves — mindmáig nem észlelt — szeizmikus és vulkanikus tevékenységre vezetne.

A változás többszáz éves egyirányúságából nagy tehetetlenségű, kétségtelenül tömegmozgással kapcsolatos folyamatra következtethetünk. A folyamatok helyéül azonban a földtest igen nagy mélységeit kell megjelölnünk. Valószínűleg Földünk külső magjának folyékony anyagában a belső mag tolódik el, és ennek a mozgásnak felületi hatásait láthatjuk a mágneses évszázados változásban.

Ez a kérdés azonban — éppen az előző megállapítások következtében — problémák sorozatát veti fel. Földünk tömeg-aszimmetriájának időbeli változása meg kell hogy változtassa Földünk gravitációs terének és alakjának sajátságait is. Ezen a területen hosszú időre visszanyúló, elegendő pontosságú mérésekkel nem rendelkezünk, de mégis a már létező adatrendszerek ilyen értelmű vizsgálatára figyelmet kell fordítanunk. További adatgyűjtésünk tervezését abból a szempontból is mérlegelni kell, hogy hol és milyen jellegű méréssel tudjuk legjobban megközelíteni ezeket az évszázados változással összefüggő problémákat.

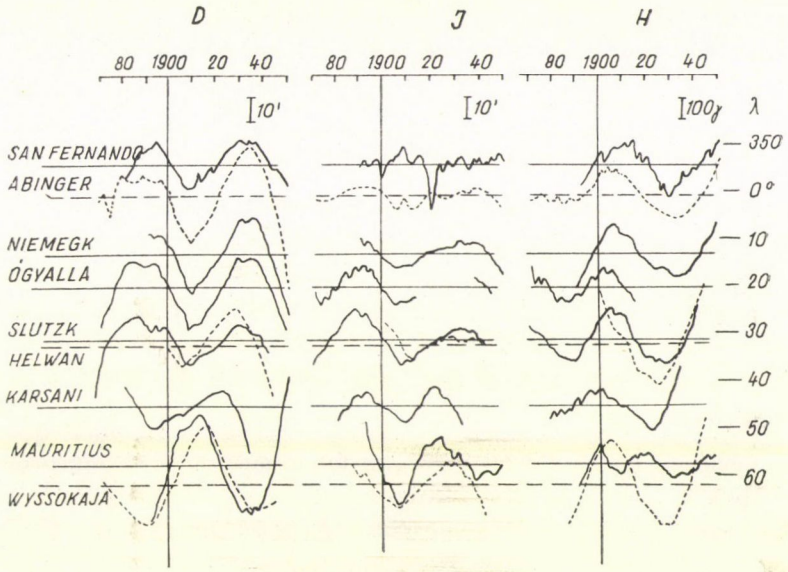
Elsősorban a mágneses tér évszázados változása alkalmas ilyen vizsgálatokra nagy méretei és a rendelkezésre álló hosszú sorozatok miatt. Ma már Földünk sok pontján rendelkezünk 50—100 éves, elég megbízható földmágneses sorozatokkal. Ezek felhasználásával jó képet kaphatunk a mágneses évszázados változás regionális tulajdonságairól; az adatrendszerek összevetéséből pedig a jelenség általános sajátságait is vizsgálhatjuk.

A mágneses változás-folyamat vizsgálatát zavarja, hogy az adatok műszaki okokból a helyi függőlegessel és északi iránnyal meghatározott rendszerben adottak, és nagy távolságra fekvő megfigyelések esetén nem lehet őket közvetlenül összehasonlítani. A szemléletben így elvész az általános jelleg, és hangsúlyozott szerephez jut a gyakorlati okokból választott koordináta rendszer. Ha a nehézségeket el akarjuk kerülni, akkor új, általánosabb koordináta rendszert kell alkalmazni a jelenség vizsgálatában. Ha pl. a változás-vektorokat ortogonális vetítésben a Föld középpontjához rendelt általános koordináta rendszerben ábrázoljuk, akkor az egész Földre érvényes összefüggésként azt találjuk, hogy a változás-vektorok az Indus torkolatvidéke tájékán szembefordulnak, a vetületi kép szélén fekvő obszervatóriumokban pedig sugarasan kifelé mutatnak. India területe tehát a mágneses változásjelenség központi vidéke. Érdemes felfigyelni arra, hogy ugyanott van a geoid-alaknak legnagyobb horpadása.

A mágneses adatrendszerekből más irányban is lehet általános megállapításokat tenni. A változás-vizsgálatok legegyszerűbb módja, hogy egybevetjük a különböző földfizikai jelenségekben felismerhető periódusokat, és

a periódusból amplitudó- és fázistulajdonságokból következtetünk a jelenség oksági összefüggésére vagy esetleges függetlenségére.

Elsősorban a hosszú mágneses adatrendszerek alkalmasak ilyen vizsgálatra. Egy fél évszázados szuperponált periódus a legtöbb obszervatórium adatsorában felismerhető (3. ábra). Az egyes komponensekben jelentkező lüktetéseket térben szemlélve kiderül, hogy a földmágneses vektor végpontja az évszázados változás folyamán csavarvonal jellegű mozgást végez. A fő változás irányába eső komponens lüktetése az egész Földön egyidejű, vagyis a szekuláris változás egyidőben gyorsul vagy lassul az egész Földön. Ez a



3. ábra. A földmágneses elemek szekuláris változásának kb. 50 éves hullámai különböző obszervatóriumokban

félévszázados időtartam jól megegyezik a föld magja — az utóbbi időben elméleti úton japán kutatók által kimutatott — magnetohidrodinamikai oszcillációjának periódusával (77 év).

Ugyanez a periódus a Föld mozgásjelenségeiben, forgássebesség változásában, a sarkmagasság-ingadozás amplitudójában és periódusának időtartamában is jól felismerhető. Egyirányú időbeli változás észlelhető a sarkmagasság-ingadozás kiegyenlítése után megmaradó ún. „Kimura"-féle tagban is, sőt a változás jellegében az öt sarkmagassági obszervatórium adataiban egy szuperponált hullám is észlelhető. A hullám a szemben levő obszervatóriumokban azonos, a szomszédosokban ellentétes fázisú. Periódusidejét a feldolgozható adatsor rövidsége miatt (33 év) nem lehet jól megállapítani. A hullám az egész feldolgozási időt átfogja, és ebből következtethető, hogy periódusa

több, mint 33 év. A „Kimura"-féle tag fő változásának egyirányúságából arra következtethetünk, hogy a Föld sarki lapultsága időben változik.

Néhány tengerszint-mérő állomás adataiban is felismerhető egy hasonló periódusú változás. Ebből következtethetünk Földünk nívófelületének ilyen periódusú lüktetésére. Helyi hatások azonban (meteorológiai, kéregmozgási, sőt építménymozgási tényezők) olyan erősen befolyásolják a jelenséget, hogy az általános jelleg kimutatása igen nehéz. Ezért az egész Földet általánosan érintő jelenségek a vizsgálatra jobban használhatók.

Ugyanezt mondhatjuk a szeizmológiai jelenségekre is. A rengések gyakorisága vagy az évenként fellépő energiaösszegek változása mutathat ugyan bizonyos periodicitást, az erre vonatkozó megfigyelések azonban annyira hiányosak és bizonytalanok, hogy rájuk csak igen ingatag következtetéseket építhetünk.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a földmágneses tér évszázados változása a Föld magjában lejátszódó folyamatokkal (mozgás, oszcilláció) kapcsolatos. Nyilvánvaló, hogy a Föld magjának anyagmozgása más geofizikai jelenségekre is gyakorolhat hatást. Ezért az évszázados változás vizsgálatakor a vele kapcsolatos geofizikai jelenségek (szeizmológia, termika, gravitáció) lassú változásait is tanulmányozni kell.

A Föld mágneses terének rövid időtartamú változásai

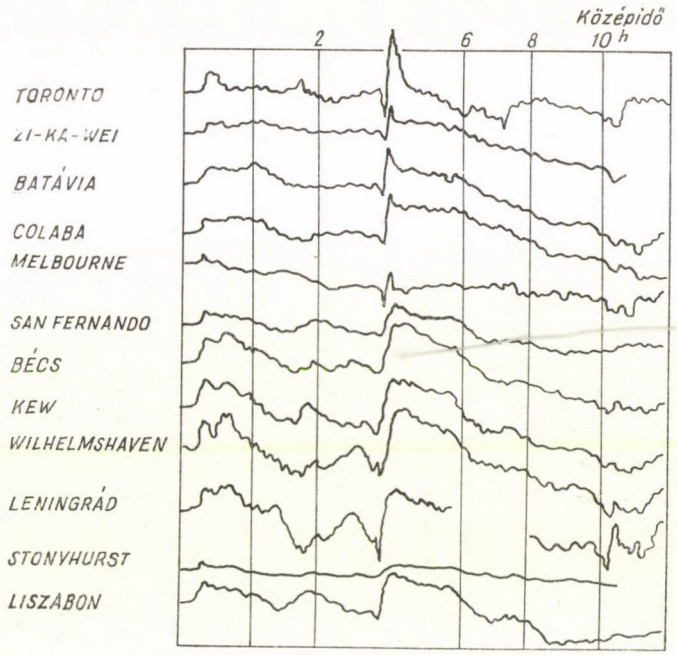
A Föld felszínén megfigyelt mágneses tér két részre bontható: a belső rész, vagy alaptér — a Föld magjának folyamataival kapcsolatos; a külső rész a Nap hullámtermészetű és korpuszkuláris sugárzásával függ össze.

Morfológiai szempontból a földmágneses tér külső része a következő változásokból összegeződik:

— periodikus változások,
— háborgások (mágneses viharok, öbölháborgás, *sfe* háborgás),
— pulzációk (rövid periódusú oszcillációk).

A földmágneses tér periodikus változásai a Nap hullámtermészetű sugárzásának és a vezető ionoszféra alsó rétegeinek kölcsönhatását tükrözi. E változások közvetlen oka — mint már régóta ismeretes — az ionoszférában folyó elektromos áramrendszer. Az utóbbi időben a magnetoszférában lejátszódó folyamatok hatásának vizsgálatakor kiderült, hogy a földmágneses tér napi változása a két féltekén aszimmetrikus. CHAPMAN és VESTINE igen nagyméretű adatgyűjtő és értékelő munka alapján megszerkesztette az ionoszférikus áramrendszer ideális alakját. Jelenleg a szakemberek inkább foglalkoznak a magnetoszféra és ionoszféra kölcsönhatásának szerepével, valamint a dinamo-effektusnak a magnetoszférikus mozgásokra gyakorolt befolyásával.

A Nemzetközi Geofizikai Év óta sok figyelmet szentelnek a Nap korpuszkuláris sugárzása és a Föld mágneses tere közötti kölcsönhatás következményeinek tanulmányozására. E kölcsönhatás következtében jelentkeznek a mágneses viharok, öbölháborgások és valószínűleg a pulzációk is. Habár magnetohidrodinamikai elmélet alapján sikeresen magyarázták a földmágneses háborgások sok érdekes tulajdonságát, keletkezési mechanizmusuk és kifejlődésük azonban mindmáig nem teljesen felderített. A mágneses viharok és öbölháborgások statisztikus vizsgálataiból levonható tulajdonságok CHAPMAN és BARTELS (1940), továbbá JANOWSKY (1963) könyvében megtalálhatók, ezért ebben a rövid összefoglalásban nem szerepelnek.

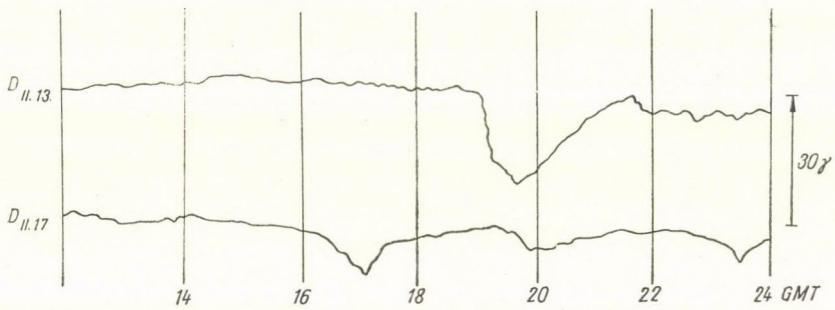


4. ábra. A mágneses vihar hirtelen kezdete és lefolyása különböző obszervatóriumok regisztrátumain

Az utóbbi években sok elmélet született a mágneses viharok keletkezésének magyarázatára. SINGER és GOLD szerint a mágneses vihart a Nap korpuszkuláris áramában terjedő magnetohidrodinamikai lökéshullámok és a földi mágneses tér összeütközése okozza (4. ábra).

ALFVÉN szerint a mágneses vihar keltésében az interplanetáris mágneses tér is nagy szerepet játszik. DESSLER és PARKER szerint a mágneses vihar a Nap-plazmának a földmágneses térre ható nyomásával magyarázható. PIDDINGTON pedig a Nap korpuszkuláris áramlásának a magnetoszférába történő behatolásával magyarázza a mágneses vihar keletkezését.

Az interplanetáris mágneses tér létezését figyelembevéve megállapíthatjuk, hogy a mágneses viharok a magnetohidrodinamikai lökéshullámok és a magnetoszféra kölcsönhatásából keletkeznek. A földmágneses háborgások magnetohidrodinamikai elmélete azonban mindeddig nem tudja még megmagyarázni a mágneses vihar jellemző fő és lecsengő fázisait és a szabálytalan mágneses háborgások keletkezését. Az ilyen problémák szoros kapcsolatban állnak a magnetohidrodinamika és a plazmafizika fejlődésével (ütközés nélküli lökéshullám, lökéshullámok alakulása, disszipáció, a plazmafluxus és a mágneses tér kölcsönhatásakor jelentkező instabilitás stb) és a magnetoszféráról, interplanetáris mágneses térről és Nap-plazmáról szóló közvetlen információkkal. Az elmélet, valamint a gyakorlati adatok hiánya miatt a földmágneses háborgások értelmezése még messze nem tökéletes. Ezért mind elméleti, mind gyakorlati szempontból szükséges a földmágneses háborgások részletesebb vizsgálata.

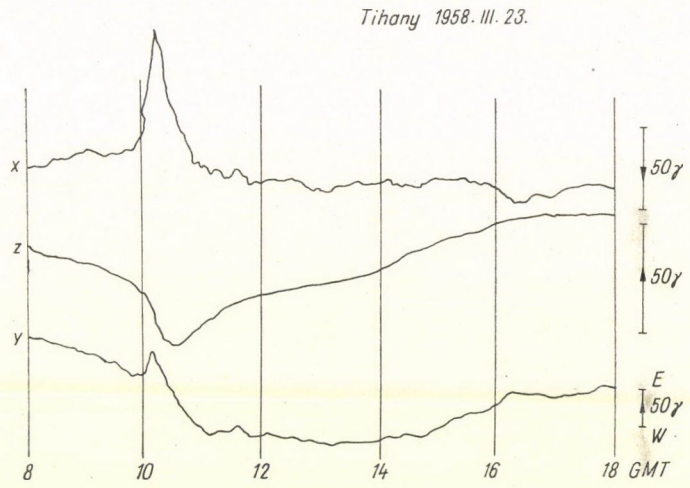


5. ábra. A Nap korpuszkuláris sugárzása által okozott mágneses öbölháborgás

Míg a földmágneses viharok, impulzusok a Nap korpuszkuláris áramában terjedő magnetohidrodinamikai lökéshullámok hatásával függnek össze, addig a földmágneses öbölháborgások a napszélnek a poláris ionoszférában történő közvetlen behatolása következtében jöhetnek létre (5. ábra). Az öbölháborgások tehát a poláris elektrojet mágneses hatását tükrözik. A poláris elektrojet kialakulása és szétszóródása azonban még nem teljesen tisztázott.

Az utóbbi időben nemcsak elméletileg, hanem gyakorlatilag is foglalkoztak a földmágneses háborgások keletkezésével. A gyakorlati munkák részben a háborgások osztályozásával, a háborgások globális és lokális tulajdonságaival, részben pedig a mágneses háborgások és a Nap felületén lejátszódó folyamatok (napfolt, naperupció) közötti összefüggésekkel foglalkoznak (6. ábra). Az eddigi vizsgálatok arra mutatnak, hogy a földmágneses háborgás a Nap korpuszkuláris sugárzásától, az ionoszféra elektromos állapotától, az ionoszférikus anomáliától és a Föld kérgének geoelektromos feltételeitől függő komplex geofizikai jelenség. Például a mágneses vihar hirtelen *ssc*

kezdete a magnetohidrodinamikai lökéshullám és a magnetoszféra külső határa (magnetopauza) közötti kölcsönhatás következtében keletkezik. Az *ssc* amplitudója és emelkedési ideje tehát nyilvánvalóan függ a Nap korpuszkuláris áramának sebességétől, sűrűségétől és a hullám frontjának vastagságától. A Föld felszínén észlelt *ssc* amplitudója és emelkedési ideje azonban ennél jóval bonyolultabb jelenségrendszert tükröz. Tartalmazza a magaslégkör elektrodinamikai tényezőit és a megfigyelő hely geológiai feltételeit is. A lokális hatás (az egyenlítői és sarki hatás) zavarja, sőt néha eltakarja az *ssc* általános jellemzőinek és tulajdonságainak megismerését. Ilyenkor meg kell állapítanunk, hogy a sok fizikai tényező közül melyik játssza a legfontosabb szerepet az *ssc* keletkezésében.



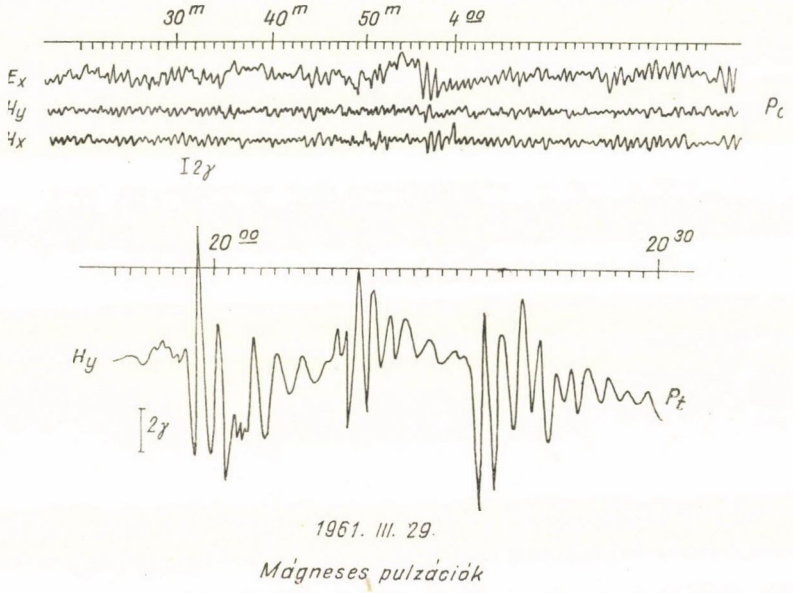
6. ábra. A Nap ultraibolya sugárzása által okozott *sfe*-alakú háborgás

A földmágneses háborgások idején az ionoszférában és a tellurikus térben is jelentkeznek különböző háborgások. APPLETON első munkája (1931) óta a magnetoionoszférikus háborgások fontos helyet nyertek a földmágneses jelenségek kutatásában. Elméleti és gyakorlati vizsgálatok azt mutatják, hogy a magneto-ionoszférikus háborgások leginkább az F_2 rétegben lépnek fel. A háborgásokat a napszél hatására keletkező magnetoszférikus mozgások, az alsó ionoszféra dinamo-effektusa, a mágneses háborgások idején az ionoszférába érkező mindkét típusú ALFVÉN-féle magneto-akusztikai hullámok, valamint a napszél plazmafluxusa okozzák. A magneto-ionoszférikus háborgások tulajdonságait MATSUSHITA és OBAYASHI írták le kiváló, összefoglaló jellegű cikkeikben.

Elméleti meggondolások segítségével a magneto-ionoszférikus háborgások két csoportra oszthatók: a napszél közvetlen nyomása a magnetoszférára

fontos szerepet játszik az egyenlítői háborgás kialakításában, a napszél plazmafluxusának behatolása a sarki ionoszférába pedig sarki háborgást létesít. Az osztályozás ellenőrzése céljából közvetlenül mérni kellene az ionoszféra ionizáció változását mágneses háborgások idején.

A földmágneses térben fellépő pulzációk különböző típusait már régóta tanulmányozzák. Általában két típusba, folyamatos és csillapodó (*pc* és *pt*) típusba sorolják, periódusuk alapján pedig 5 alcsoportba osztják a pulzációkat (7. ábra). A regisztrátum alakján alapuló régi osztályozás a pulzációk

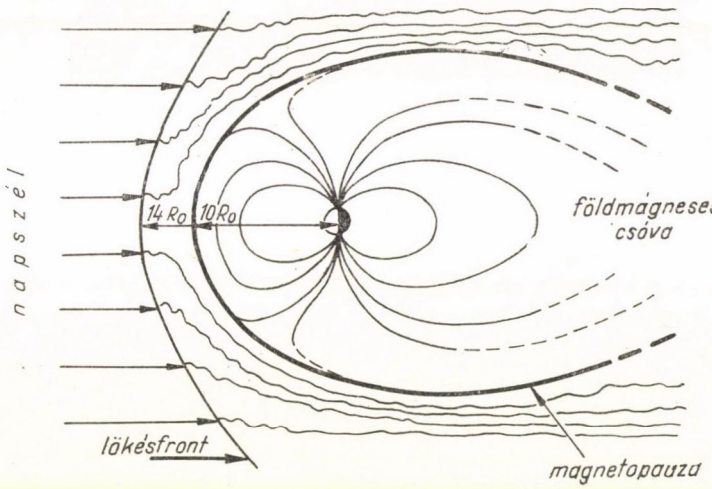


7. ábra. Mágneses mikropulzációk két jellemző típusa: *pc* és *pt*.

időbeli lefolyását jobban írta le. A mágneses pulzációk térbeli és időbeli eloszlásának statisztikai vizsgálata azt mutatja, hogy a *pt*-k általában a Föld éjjeli oldalán, egymástól nagy távolságban, csaknem egyidőben jelentkeznek. A *pc*-k viszont kizárólag a nappali félgömbre korlátozott területen lépnek fel. Habár sok gyakorlati és elméleti munkát végeztek a pulzációk tanulmányozására, jelenleg még nincs teljesen kidolgozott és elfogadott elmélet a pulzációk tulajdonságainak és keletkezésük mechanizmusának magyarázatára. Valószínű, hogy a mágneses pulzációk a magnetoszféra határának két oldalán jelentkező oszcillációk és magnetohidrodinamikai hullámok útján terjednek az ionoszféra alsó rétegeire. Feltételezhető, hogy a *pt* típusú pulzációk csillapodása az ionoszféra elektromos vezetőképességének változásával függ össze (8. ábra). A magnetoszféra határán keletkező különböző típusú, különböző periódusú oszcilláció oka sajnos ma még nem tisztázott, és a *pt*-pulzációk

kapcsolata az ionoszféra vezetőképességével is megoldandó probléma még. Lehetséges, hogy a Föld kérgében indukált áram is befolyásolja a pulzációk amplitudóját és fázisát.

Mint már említettük, mágneses háborgások folyamán a tellurikus tér is háborog. A földmágneses és a megfelelő tellurikus háborgások összefüggése nagyon érdekes probléma, bár ezt az összefüggést mindeddig kevesen vizsgálták. Ennek egyik lehetséges oka az, hogy a tellurikus tér változásai sok határozatlan geoelektromos, sőt meteorológiai feltételtől is függnek.



8. ábra. A földmágneses tér és magnetoszféra vázlatos rajza

Gyakorlatban geológiai és érckutatási célokra már 18 éve használják a magnetotellurikus összefüggést CAGNIARD és TIHONOV munkájának (1950) alapján. Ennek a módszernek a fizikai alapelve az, hogy a mágneses és tellurikus változás az ionoszférikus áramrendszer által létrehozott változó elektromágneses tér komponensei. A két komponens között fennálló összefüggés megadja a Föld kérgének elektromos vezetőképességét. Az utóbbi években a magnetotellurikus módszert alkalmazva 10 métertől 100 km-ig sikerült kimutatni a Föld belső felépítésének néhány elektromos tulajdonságát. Annak ellenére, hogy a magnetotellurikus módszer fizikai háttere még ma is vitás, a Szovjetunióban, Franciaországban, Magyarországon és sok más országban a magnetotellurikus módszer gyorsan fejlődik, s valóban nyújt bizonyos lehetőséget a Föld mély-felépítésének kutatásához.

Az előbbiekben felvetettünk néhány érdekes, a földmágnességgel kapcsolatos problémát. A teljes földmágneses kutatásban természetesen nemcsak ezeket a kérdéseket tanulmányozzák, hanem más földmágneses jelenségekkel és következményeikkel is foglalkoznak. Nem tagadhatjuk, hogy

a napi változás anomáliája, az egyenlítői elektrojet, a sarki elektrojet és a sarki fény, a háborgások idején jelentkező poláris black-out jelenség, az alacsony frekvenciájú természetes elektromágneses tér stb. szintén nagyon érdekes, vizsgálatra érdemes jelenségek.

A vizsgálatok további lehetséges irányai

Az előzőkből láthatjuk, hogy a földmágneses jelenségek hírt hoznak a Föld középpontjától a magnetoszféra külső határáig terjedő térfogatrész elektromágneses jelenségeiről. A mágneses teret befolyásoló folyamatok általában az egész Földet érintik, ezért a földmágneses jelenségek is többnyire globális jellegűek. Ezért a földmágneses kutatás elsődleges feladatának rendszeres, céltudatos, nagy pontosságú, az egész Földre kiterjedő és mind a hosszú, mind a rövid periódusú változásokat felölelő adatgyűjtést tekinthetjük.

Természetesen az ilyen általánosan megfogalmazott adatgyűjtési feladat egy ember, egy intézmény, sőt egy ország teljesítő képességét is meghaladja. Az elérhető elvi és gyakorlati ismeretek azonban olyan értékesek, hogy minden országnak — anyagi és tudományos felkészültségével arányosan — érdemes ebben a munkában részt venni.

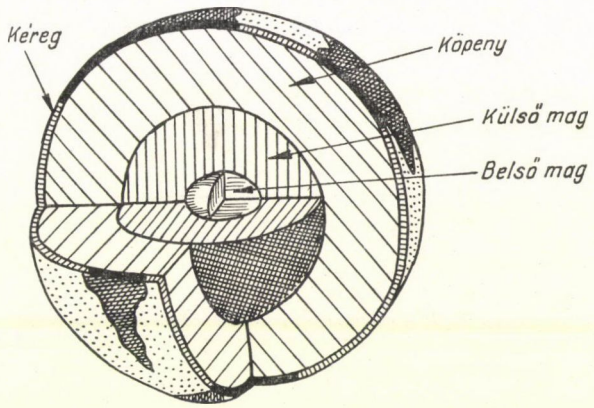
A Nemzetközi Geofizikai Év és Együttműködés megszervezésében ez a felismerés valósult meg. Az északi sarktól az egyenlítőn át a déli sarkig folyó elektromágneses megfigyelések képezték a munkák gerincét. A Nemzetközi Geofizikai Év ideje (mert maximális naptevékenység idején tartották) nem volt alkalmas a mágneses világfelmérés végzésére. Ezért ezt a napfolt-minimum idejére, 1964—65-re halasztották. A Geofizikai Év során kiderült, hogy az egyes napfelületi jelenségek földi hatásai jobban tanulmányozhatók napfoltminimumkor, mert maximumkor az egyidejűleg tömegesen fellépő jelenségek egymást zavarják és a hatókat nem lehet elválasztani egymástól. Ezért a világ mágneses felmérése köré egy egészen új, nemzetközi megfigyelési időszakot, a Nyugodt Nap Évét szervezték, majd ennek leteltével a Háborgatott Nap Évét vették tervbe. Látható tehát, hogy az egész Földre kiterjedő rendszeres adatgyűjtés nemzetközileg jól szervezve folyik. A gyűjtött adatok adattárakba kerülnek, részben a tudományos irodalomban is megjelennek, és ezeket a kérdéssel foglalkozó kutatók vizsgálatuk céljának megfelelően csoportosíthatják és feldolgozhatják.

A földmágneses alapkutatások problémáit logikailag két fő témacsoportra — a belső hatók és külső hatók vizsgálatára szokták osztani.

A belső hatók problémája a Föld mágneses alapterének szerkezetét és annak szekuláris változását öleli fel. Ezen a területen az adatgyűjtő munka a már meglevő obszervatóriumi hálózat működésének további fenntartását, az ismeretlen területeken újabb obszervatóriumok alapítását és időnként a világ mágneses felmérését jelenti.

Elvileg a legfontosabb probléma a Föld általános aszimmetriájának és az aszimmetrikus sajátságok állandóságának a kérdése, a jelenségek, hatások és folyamatok általános és helyi részének szétválasztása (9. ábra). Ez az általános feladat sok részfeladatból áll. Érdekes volna pl. levonni a mágneses dipólus mozgásából származó évszázados változást az észleltből, és így elválasztani az évszázados változás globális jellegű részétől a regionális és lokális részeket. A sztatikus képben is vizsgálni kellene a torzultság állandó és változó részeit. Meg kellene határozni, hogy a mágneses tér különböző rendű torzultságait milyen mélységű hatók okozhatják.

Értékes felvilágosításokat kaphatunk erre a kérdésre a különböző magasságokban keringő mesterséges holdak által nyert mérési eredmények összehasonlításából. Az eddigi mérések szerint a mágneses tér excentricitása a magnetoszféra alsó határának magasságában több földsugár távolságban



9. ábra. A Föld belső felépítése

is jelentkezik. Ez arra mutat, hogy a jelenség globális jellegű, és oka a Föld belsejében van. Magasabbrendű deformációkra azonban ez a vizsgálat nincs elvégezve.

Érdekes volna megvizsgálni a jelenségnek gravitációs és földalak-vonatkozásait is. Milyen mélységű hatók okozzák a geoid-undulációkat, mennyire állandóak ezek, és egybeesésük a mágneses tér és évszázados változás legjellemzőbb pontjaival véletlen vagy oksági jellegű-e?

Nagy reményekre jogosít Földünk belső aszimmetriájának vizsgálata szempontjából a mind pontosabbá váló szeizmológiai adatrendszer gyűjtése és feldolgozása. A belső mag helyzete mágneses mérésekből következő aszimmetriájának, a rajta keresztülhaladó vagy felületén visszaverődést szenvedő szeizmikus hullámok beérkezési idejében is jelentkeznie kell. Ezzel egy, a mágnességtől teljesen független módszerrel is fontos adatot nyernénk Földünk legbelső felépítésére vonatkozóan.

Kívánatos volna további vizsgálatokat végezni az évszázados változás különböző periódusú folyamataiban feltételezhető energia-viszonyokkal kapcsolatban is. Meg kellene vizsgálni a Földet, mint egy változó tömegeloszlású, a saját gravitációs terével együtt forgó külső gravitációs hatásoknak is kitett aszimmetrikus pörgettyűt.

Mindezek a vizsgálatok részben elvi és számítástechnikai, részben pedig műszertechnikai és észlelés-pontossági korlátokba ütközhetnek. Mégis tovább kell folytatni ezeket, mert sikeres megoldásuk esetén remélhetjük csak Földünk sajátságainak, felépítésének és energia-folyamatainak helyes megismerését és a geológiai folyamatoknak, Földünk nagyszerkezeti formáinak jobb megértését. Ilyen eredményekből természetesen a gyakorlati kutatás is levonhatja a legalkalmasabb következtetéseket munkája sikerességének növelésére.

Az utóbbi években rakéták és mesterséges holdak segítségével mágneses terünk külső hatóiról is sok értékes, közvetlen adatot nyertünk. A Napból eredő korpuszkuláris áramok sebességét, sűrűségét, inhomogenitását ismerve, meg tudjuk határozni a mágneses viharok és háborgások általános tulajdonságait. Az egyedi háborgásokat az általánoshoz hasonlítva pedig, a mágneses háborgások fejlődésének lokális elemeit is megállapíthatjuk.

A mesterséges holdakkal és magaslégköri rakétákkal végzett igen költséges mérések mellett nem veszítik el jelentőségüket a földfelszíni obszervatóriumok rendszeres regisztrálásai sem. A magas légkörben lejátszódó folyamatok, mozgások, mágneses háborgások és a különböző periodikus változások között fennálló összefüggést vizsgálva folyamatos mérésekkel ki tudjuk mutatni a magas légkör felépítésének időbeli változását, amelyet egyébként az ionoszféra-szondázások szúrópróba-szerű méréseivel nem határozhatunk meg. A korpuszkuláris sugarak által a magas légkörbe jutó energia két nagyságrenddel kisebb ugyan annál, amelyet a Nap hullámtermészetű sugárzása szállít, de egészen más időbeli és térbeli eloszlásban éri légkörünket, ezért igen nagy szerepe lehet légkörzésünk szabályozásában. (A korpuszkuláris sugárzások energiája esetenként, lökésszerűen, általában az éjszakai oldalon, főleg a sarkvidéki területeken felülről jut légkörünkbe; a hullámtermészetű napsugárzás állandóan, egyenletesen, a nappali oldalon, a Föld gömbalakja által megszabott módon éri Földünket, és alulról melegíti légkörünket.) Az energiahatások vizsgálatán keresztül a mágneses magaslégkör-kutatás így közvetlen kapcsolatba kerülhet a meteorológia problémáival.

Érdekes kutatási terület a mágneses és tellurikus változók kapcsolatának vizsgálata. Ez a feladat elméleti fontossága mellett a gyakorlati geofizikában is jelentős szerepet játszik.

Érdemes volna a földmágneses változások aszimmetriáját is megvizsgálni. A földmágneses alaptér aszimmetriájának hatására — mint már említettük — a magnetoszféra alakja is aszimmetrikussá válik. Ennek következ-

tében nemcsak a nyugodt napi *Sq*-változás lesz aszimmetrikus a két féltekén, hanem a többi földmágneses változásban is várható bizonyos aszimmetria.

A földmágneses tér külső eredetű változásainak elméleti vizsgálata csak a magnetohidrodinamikán és plazmadinamikán alapulhat. A Nap állandó hullámtermészetű sugárzása igen fontos szerepet játszik a mágneses napi változások alakulásában és az egyenlítői elektrojet keltésében; a Nap korpuszkuláris sugárzása pedig a mágneses háborgásokat okozza, és a sarki elektrojetet, valamint a sarki fényt gerjeszti. A két jelenség szabatos elválasztása a folyamatok megismerése szempontjából nagyon fontos kérdés.

A napszél és a magnetoszféra kölcsönhatásából származó perturbációk magnetohidrodinamikai vizsgálata jelenleg két irányban fejlődik. Az egyik szerint felépítik a napszél és a magnetoszféra közötti kölcsönhatás elvi modelljét, és sok matematikai nehézségbe ütközve vezetik le az általános törvényszerűségeket; a másik szerint a megfigyelések alapján határozzák meg az általános törvényszerűségeket és azok nyomán a mágneses jelenséget okozó tényezőket. Célszerűbb lenne a két vizsgálati módszert tudatosan egyszerre alkalmazni.

Hangsúlyoznunk kell, hogy habár az utolsó évtized folyamán a földmágnesség kutatása ugrásszerűen fejlődött, ismereteink a földmágneses térről még ma is nagyon hiányosak. Ezért a földmágnesség természetének pontosabb megismeréséhez részletesebb, nagy területen végzendő, rendszeresebb vizsgálat szükséges.

MAXWELL egy évszázada — földmágnességi regisztrátumokat vizsgálva — zseniális megsejtéssel mondta: „E jelekben, melyekből idővel majd olvasni tudunk, a Föld belső életének lüktetése, a Föld szívverése van megörökítve; a jelek bizonyítják Földünk sohasem szünetelő életműködését és figyelmeztetnek arra, hogy bolygónk története még koránt sincs befejezve."

Az adatok morfológiai, fizikai és matematikai vizsgálatával, valamint újabb és újabb mérési módszerek bevezetésével a természet ezen titkos írásának sok rejtélyét megfejtettük már, és lényegesen továbbfejlesztettük ismereteinket, de még sok a tennivaló. EINSTEIN nem sokkal halála előtt mondta, hogy fizikai világképünk hiányosságaira semmi sem mutat rá élesebben, mint a kozmikus sugárzás és földmágnesség jelensége. Biztosra vehetjük, hogy a mind alaposabbá, részletesebbé váló elméleti és kísérleti kutatás eredményes lesz, és közelebb jutunk a természet és a Föld titkainak teljes megismeréséhez.

A KŐOLAJTERMELÉS PROBLÉMÁI

GYULAY ZOLTÁN
A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A szénhidrogének ipari termelése több, mint százesztendős. A szénhidrogénkészletekkel — mint véges készletekkel — történő ésszerű gazdálkodás javaslatával elvétve már a termelés első évtizedeiben találkozunk. A kőolajtermelés tudománya fejlődésének első szakasza, a szervezett megfigyelés és a mérés korszaka csak az 1910-es években kezdődik: a természetes tárolók kőzeteinek, telepfolyadékainak és állapotjelzőinek tanulmányozása a telepből vett mintákon, majd a telep elektromos tulajdonságainak mérése a külszínről (elektromos szelvényezés). Az 1930-as években kezdődik a második szakasz, a megfigyelésekre épült elmélet korszaka: a porózus kőzetekben történő folyadékáramlás elméletének, majd a termelési mechanizmusok, a rezervoármechanika alapegyenleteinek — az anyagmérleg (1936), a frontális kiszorítás (1942), a víztest rugalmas kiterjedése (1943) és az olajtest kiterjedése (kimerülése, (1945) egyenleteinek közlése. Ebben a korszakban terjednek el a folyadékbesajtolásos — víz- és gázbesajtolás — művelési módszerek. És kialakul az jú szemlélet az egész telepről, mint egyéni természetes rendszerről, melynek külső határfeltételeit a természet, belső határfeltételeit az ember határozza meg. Ez az időszak egyúttal az elmélet alkalmazásának és helyessége igazolásának a korszaka is.

1955-ben a *rezervoármechanika* már önálló, érett alkalmazott tudomány, tárgya a porózus és permeábilis kőzetekben történő kicsibeni és nagybani folyadék- és gázáramlás. Célja szerint szűkebb értelemben a földkéreg tárolókőzeteiben előforduló szénhidrogének (kőolaj és földgáz), tágabb értelemben a földkéreg folyékony és légnemű, vagy ebbe az állapotba alakítható ásványkincsei gazdaságos kitermelésének tudománya. Tárgykörébe tartozik a hasznos folyadékok és gázok tárolása és káros folyadékok (radioaktív hulladékok) biztonságos elhelyezése is a porózus kőzetekben. A rezervoármechanika módot nyújt a célszerűen feltárt földtani készlet és a belőle feltételezett és valószínű viszonyok közt kitermelhető végső összhozam — az ipari készlet — becslésére és a művelési terv elkészítésére.

A kőolajtermelés technológiája azon a felismerésen nyugszik, hogy a valamely olajtelepből kitermelhető olajmennyiség nem meghatározott mennyi-

ség, hanem jelentős mértékben az olajkiszorítás alkalmazott módszerétől és attól a készségtől függ, amellyel e módszert alkalmazzuk. Jóllehet a természeti viszonyok látszólag meghatározzák a termelés módját, a legalkalmasabb módszer megválasztásának szabadsága mégis fennáll.

Hogy művelési terveket készíthessünk több változatban, melyek közül a legkedvezőbbet hajtjuk végre, ahhoz a jelenlevő földtani készlet ismerete szükséges. Azonban még további tényezőket is meg kell határozni. Különösképpen azokat, melyek jelentős befolyással vannak a kinyerhető olajkészletre, az ipari készletre. Ezek szolgáltatják azokat az alapokat, melyekkel a legalkalmasabb termelési módszer kiválasztható és végrehajtása megtervezhető.

A telep és folyadéktartalma részletes leírására van szükség. Olyan leírásra lenne szükség, amelyből következtetni lehetne a telep megcsapolhatósági mértékére és az egyes alkalmazható termelési módok összhozamára. Ez azonban rendkívül bonyolult és nehéz feladat, egyelőre meg kell elégednünk a szemikvantitatív jellemzéssel. Ilyen csak a telep feltárásának befejeztével, vagy talán csak évekkel később nyerhető.

Általánosan ismert, hogy a tárolóból a földtani készletnek csak egy része termelhető ki, tehát az olajtermelésnek is meg van a fejtési vesztesége. Az olajkiszorítást a tároló kis térfogat elemeiből a kapilláris erők gátolják, a hagyományos kiszorító közegek, a víz és a gáz tökéletlen dugattyúként működnek. Ezt a tökéletlenséget fejezi ki a kiszorítás hatásfoka. Ezen felül a tárolót a kúthálózattal nagyobb térfogategységekre osztjuk, és ezek elárasztása a kiszorító folyadékkal szintén tökéletlen. A szabályos elárasztást a tároló litológiai felépítésének heterogenitása is gátolja. E két hatás együtt a volumetrikus hatásfokot adja. A kitermelés hatásfoka a kiszorítás hatásfokának és a volumetrikus hatásfoknak a szorzata.

A porózus tároló szénhidrogéntartalma két, alapvetően különböző módon szorítható ki. 1. Kiszorítható a saját, belső potenciális energiájával, amidőn a szénhidrogéntérfogatnak a megcsapolás előidézte nyomáscsökkenésre bekövetkező térfogatnövekménye szorul ki a tárolóból. Ezt nevezzük *kimerüléses termelési mechanizmusnak*. A kiterjedés lehet kétfázisú is, és ez a gyakoribb eset. Ilyenkor a nyomáscsökkenésre az olajból kiváló gáz, a normálállapotból visszatekintve az „oldott gáz" szorítja ki a gázban szegényedő, zsugorodó olajat. Az olaj belső, kiválni képes gáztartalma által képviselt energiakészlete azonban, ha felszíni megjelenését tekintve impozáns is, szegény. A kimerüléses termelési mechanizmus kiszorító hatásfoka tehát kicsi, azonban független a megcsapolás ütemétől. 2. Kiszorítható a szénhidrogén a tárolótérfogatból az abba kívülről benyomuló folyadékkal. Ez a *folyadékos kiszorítás*. A kiszorító folyadék lehet az olajtesttel összefüggő nagy, aktív víztestnek az olajtelep megcsapolására kiterjedő vize, a kiterjedő gázsüveg gáza, vagy ha ezek mennyisége nem elegendő, kívülről besajtolt víz (vagy gáz),

utóbbi esetben folyadékbesajtolásos termelésről szólunk. A folyadékbesajtolásos termelésmód alkalmazásával kiszorító energiát vezetünk be a telepbe a természetes energiakészlet kiegészítésére vagy pótlására, ami költséges.

A folyadékos kiszorítás hatásfoka jóval nagyobb a kimerüléses mechanizmus hatásfokánál, azonban függ a telep megcsapolásának ütemétől. Ennél a termelésmódnál a rendszer fizikai tulajdonságaitól függően minden telepnél meghatározható egy műszaki szempontból, és egy gazdasági szempontból optimális megcsapolási ütem.

Ha a kiszorító folyadék a kiszorított olajjal a telepben elegyedik, egymásban oldódnak, megszűnnek a kapilláris hatások, melyek rontották a hagyományos, nem-elegyedő folyadékos kiszorítás hatásfokát. *Elegyedő kiszorítás*nál a kiszorítás hatásfoka elérheti az 1-et, ami teljes kiszorítást jelent a pórustérfogatból. Itt is megmarad azonban a volumetrikus hatásfok.

Az elegyedő kiszorítás új korszakot nyitott az olajtermelésben. Az első korszak a kimerüléses termelés korszaka volt, a második a folyadékbesajtolásos termelésé, amit, kimerült vagy kimerüléshez közel álló telepen alkalmazva, másodlagos termelésnek neveztek. A harmadik korszak, a jelen és a jövő korszaka az elegyedő kiszorításé. Nagynyomású gáz vagy intermedier alkotókkal ($C_3 \ldots C_6$) dúsított gáz elegyedik az illó vagy kevésbé illó olajjal, hasonlóképpen a propán-bután is, mint oldószer. Az oldószeres kiszorításra kiemelkedő példa a kanadai Golden Spike mező Albertában, ahol 0,96 kitermelési hatásfokkal számolnak. Ide sorolható a CO_2 is, mint kiszorító fázis, ennek a jelentősége hazánkban is figyelemre méltó, tekintve hogy jelentős természetes CO_2-készleteink vannak. Oldószerül szolgálhatnak még az alkoholok is, pl. az izo-propilalkohol.

Az új korszak termelésmódjai közé tartoznak a *hőenergia bevezetésével történő kiszorítási módszerek is.* A kiszorító közeg lehet meleg víz, gőz. Ide tartoznak a helyben *elégetéses módszerek* is, amikor a helyben meggyújtott olaj égését kívülről besajtolt levegővel táplálva égésfront áll elő és az előnyomuló égésfront szorítja ki az előtte levő nehéz olajat.

Ezeknek a fejlettebb termelési módszereknek az alkalmazása a hagyományos folyadékbesajtolásos módszerekénél költségesebb. Ezek sikeres alkalmazásához elengedhetetlen a tároló beható ismerete, enélkül a gazdaságosság nem biztosítható. Azonban ezek az új termelésmódok már kiléptek a laboratóriumból és üzemi alkalmazásuk egyre terjed.

Több évtizedes olajmezei tapasztalat tanúsítja, hogy a telepfolyadékok képesek igen nagy távolságon át mozogni a folytonos porózus közegben, és hogy egy kút nagy területet hatásosan meg tud csapolni mind mészkő, mind homokkő tárolóban. Ez a *kutak számá*nak a csökkentéséhez vezetett. Szükségtelen kutak fúrása gazdasági veszteség, mind emberi, mind anyagi erőforrások fecsérlése. Ma számos új telepen 450 vagy 640 m a kúttérköz. Nem is sok évvel ezelőtt ezeket még 160 vagy 225 m kúttérközzel tárták volna fel. A szükség-

telen kutak fúrásán megtakarított összeg kutató furásokra, így az ipari készletek növelésére fordítható.

A korszerű olajtermelés feladata: az adott szénhidrogénkészletet minél gazdaságosabb, minél jobb hatásfokkal kitermelni. A szóba jöhető összes termelési változatok közül az optimálist kiválasztani.

*

A világ kőolajipara 1933 óta négyévenként kongresszust rendez. Az utolsó, *1967. évi Kőolaj Világkongresszuson* a kőolajipar termelési szektorának helyzetéről ORUDJEV, S. A. [1] számolt be. Megállapította, hogy jóllehet a hagyományos folyadékbesajtolásos termelési módszerek alkalmazásában több államban határozott a fejlődés, a világon a helyzet általában még messze nem kielégítő. Az 1965-ben termelt 1,5 Gt kőolajból mindössze 30 Mt-t termeltek az ilyen módszerekkel művelt mezőkből, ennek következtében a legtöbb művelés alatt álló olajkészletnek 75—85%-a a mélyben marad. Megállapította, hogy a tudomány és a technika mai fejlettségi foka és az olajtermelés terén felhalmozódott tapasztalat minden olajtermelő államot arra kötelez, hogy a tudomány és technika haladásának eredményeit az emberiség e fontos természeti kincsével történő ésszerű gazdálkodás érdekében felhasználja. Világszerte hiba van tehát a megfelelő termelési módszerek alkalmazásában.

Ugyanennek a világkongresszusnak a fúrási és termelési szekciójában CRAIG F. F. [2] számolt be a laboratóriumi folyadékáramlási vizsgálatok eredményeinek felhasználásáról az olajmezei gyakorlatban, és ennek során megállapította, hogy csupán néhány esetet talált arra, hogy a tároló anatómiájának és heterogenitásának paramétereit a modellkísérletekben és a termelési folyamat számításában, előrejelzésében felhasználták. A negatív esetekben az indokolás az volt, hogy „nem tudtunk a tárolóról annyit, amennyit tudnunk kellett volna". Pedig mennyi vizsgálat történik a rutin magvizsgálatoktól a bonyolult elégetéses kísérletekig szerte a világon! Világszerte hiba van tehát a tároló megismerésében.

A Society of Petroleum Engineers 1967. évi Houston-i közgyűlésén HALBOUTY M. T. [3] jelentette be, hogy az USA olajkészlet mérlegének a következő 10 évre egyensúlyban tartásához évi szükségletei emelkedésével is számolva ez idő alatt legalább 8,7 Gm^3 olajat és 8,5 Tm^3 gázt kell találnia, amihez legalább 20 000 kutató és 40 000 fejlesztő fúrást kell mélyíteni, bár kedvezőbb lenne új készletek feltárásához a 25 000 : 35 000 arány.—HALBOUTY szerint azonban siker csak akkor várható, ha a geológusok, geofizikusok és olajmérnökök hagyományos különutas, nem kellően koordinált munkáját a mainál sokkal nagyobb mértékben koordinálják a kutatástól a termelésig, a mindnyájuktól elvárható „geológus-geofizikus-olajmérnöki" gondolkodásmóddal. Világszerte hiba van tehát az olajbányászaton belül a különböző tudományszakok együttműködésében is.

Az egyes tudományszakok területén is sok a tennivaló. POTTER P. E. — [4], a homokkőtestek és az üledékes környezet viszonyáról írt áttekintésében epilógusként felveti, vajon a részecske-gyorsítók és az űrkutatásra fordított hatalmas összegek korában túl sok-e elvárni a geológusoktól a koordinált erőfeszítést, hogy szabványos módszereket alkalmazzanak a homoktestek morfológiája alapadatainak a megszerzéséhez. Hozzá kell tenni, hogy a morfológia, vagy inkább az anatómia ismerete nélkül a termelést meg sem lehet tervezni, hiszen egy kőzettesten képződésének folyamata olyan bélyegeket hagy, melyek a termelési folyamatot döntő mértékben befolyásolhatják. Itt is hiányos a koordinálás világszerte.

Ezekben az autentikus idézetekben benne rejlenek a kőolajtermelés fő problémái. Mindez abban csúcsosodik ki, hogy nem ismerjük olyan mértékben a természetes tárolókat, hogy matematikai eszközöket alkalmazhatnánk folyamatai leírásához. Elgondolkoztató, hogy e problémák inkább szervezési, mint műszaki és tudományos problémák.

*

Az USA 110 éves kőolajipara 1968-ben 526 Mt olajat termelt, ilyen termelési ütem mellett az 1969. I. 1-i bizonyított ipari készleteinek élettartama mindössze 11,7 év. Innen a HALBOUTY által emlegetett gondok. Az I. táblázat az USA olajtermelő államainak a nemzet olaj- és gázkészleteinek konzerválása (ésszerű kihasználása) érdekében létrehozott önkéntes szervezete, az Interstate Oil Compact Commission által készített, mintaszerűnek tekinthető készletbecslés kivonata. A táblázat az 1966. I. 1-i állapotot mutatja. Bal számoszlopa a kezdettől 1966. I. 1-ig feltárt 64,1 Gm^3, jobb számoszlopa pedig az 1942. I. 1. és 1966. I. 1. közt feltárt 39 Gm^3 kezdeti földtani készletre vonatkozik. Míg a régi, empirikus alapon termelő mezőket is tartalmazó földtani készletből a hagyományos folyadékbesajtolással számított egész kihozatal az első három tört összegként 0,316, addig az 1942. I. 1. óta korszerűbben feltárt és tudományos alapokon nyugvó módszerekkel művelt készletből 0,418; a fejlettebb módszerek bevezetésével pedig az első csoportból 0,468, a másodikból pedig 0,597 végső kihozatalt becsülnek. A táblázat szerény törtjei nagy olajmennyiségeket képviselnek, hiszen a kitermelés hatásfokának 0,01-dal történő növelése az első csoportnál 641 Mm^3, a másodiknál 390 Mm^3 olajtöbbletet jelent. A táblázathoz még hozzá kell tenni, hogy a benne feltüntetett számok sok száz olajmező becsült kihozatalának átlagértékei.

A legújabb szovjet adatok (6) szerint a Volga—Ural vízelárasztással nagy kútköz mellett művelt nagy olajtelepein 2,3...3 cP olajviszkozitás mellett 0,55...0,65 kihozatalt várnak.

*

I. táblázat

Az olajkitermelés hatásfokának az Interstate Oil Compact Commission által becsült értékei az USA-ban (5)

1. A kezdettől feltárt bizonyított földtani készletből 1966. I. 1-ig kitermelve	0,1935	
Az 1942. I. 1-től feltárt bizonyított földtani készletből 1966. I. 1.-ig kitermelve		0,216
2. A bizonyított primér készlet 1966. I. 1-én	0,0785	0,13
3. A hagyományos folyadékbesajtolással gazdaságosan kitermelhető bizonyított készlet 1966. I. 1-én	0,044	0,072
4. A hagyományos folyadékbesajtolással ezidőszerint gazdaságosan nem kitermelhető bizonyított készlet 1966. I. 1-én	0,0535	
5. Fejlett módszerekkel (elegyedő kiszorítás, termális módszer) fizikailag kitermelhető bizonyított készlet 1966. I. 1-én	0,0985	0,179
A kitermelés végső hatásfoka	0,468	0,597

Elegendő bizonyíték van már arra, hogy az új, fejlettebb termelési módszereket kellően alkalmazva, a kihozatal megnő a hagyományos módszerekkel szemben. A döntő kérdés a gazdaságosság. Ezeknél a módszereknél nagyobbak a beruházási és az üzemköltségek, mint a bevált hagyományos folyadékbesajtolásnál. Ezek alkalmazásához a döntés előtt a tárolórendszer beható ismerete szükséges, a végrehajtásnál pedig a legjobb üzemi gyakorlat, szigorú technológiai fegyelem. Az új módszerek egyike sem panácea. Nincs két egyforma tároló, mindegyik egyéni, így kell azokat tanulmányoznunk. Egyik módszer sem alkalmas minden tárolóra, a legjobb módszert az adott tároló testére kell szabni.

A folyékony és légnemű ásványkészleteknél nincs meg a közvetlen hozzáférés lehetősége, mint a szilárd ásványkészleteknél. Ez nehézzé teszi a szénhidrogénbányászatot. A fúrt kút az optimális információk forrása. Ezt az információforrást kell kollektív erőfeszítéssel kimeríteni, és akkor a kitermelésért felelős olajmérnök munkája a telep életfolyamatainak szabályozása, a bajok megelőzése lesz, és nem a gyógyítás. Ez a szénhidrogénkészletek ésszerű megóvásának az egyetlen útja.

IRODALOM

1. Orudjev, S. A.: Progress in world oil production. Seventh World Petroleum Congress — Proceedings, Vol. IB. 93—108. 2. Craig F. F.: Application of laboratory fluid flow experiments to field operation. Seventh World Petroleum Congress — Proceedings, Vol. **3.** 151—158. 3. Halbouty, M. T.: Journal of Petroleum Technology. June, 555—558, 1968. 4. Torrey P. D.: The Oil and Gas Compact Bulletin, Vol. **XXV.** Nr 2. 22—41, 1966. 5. Potter, P. E.: The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, **51**/3. 337—365, 1967. 6. Arudzsev Sz. A.: Neftjanoe Hozjajsztvo, **1**, 5—8, 1968.

FÖLDTANI TÉRKÉPEZÉS ELEKTROMÁGNESES HULLÁMOKKAL

KISVARSÁNYI GÉZA

MISSOURI ÁLLAMI EGYETEM, ROLLA, MISSOURI. USA

A tudomány és technika rendkívül gyors fejlődése az utóbbi években lehetővé tette, hogy a geológus ne csak az elektromágneses spektrum látható részét használja a földtani térképezésben, hanem e sugárzás emberi szemmel láthatatlan részét is alkalmazza. Ezt az új és gyorsan fejlődő, alkalmazott tudományágat, a maga új módszereivel és műszereivel „elektromágneses távtérképezésnek", a műszereket pedig elektromágneses „távérzékelő" műszereknek nevezhetjük (remote sensors).

Az új térképezési módszerek régen ismert fizikai alapja az, hogy minden földfelszíni tárgy (így a kőzet is), természetétől függő, adott hullámhosszúságú és energiájú elektromágneses hullámot bocsát ki, vagy — rásugárzás esetén — ver vissza. A kibocsátott vagy a visszavert elektromágneses hullámokat távérzékelő műszerek segítségével felfogjuk, látható fénnyé transzformáljuk és filmre vétellel fényképszerű képletek létrehozása útján vizsgálhatjuk. A képletekből pedig földtani elemzés és értékelés segítségével földtani térképet készíthetünk.

Időrendi fejlődésben ez új módszerek elődje a földtani légi fényképezés, amely mintegy 30—40 éve általános használatban van. Ez a módszer természetesen csak a látható sugárzást vette igénybe, ellentétben az új módszerekkel, melyek a gamma sugaraktól a rádió hullámokig alkalmazzák az elektromágneses spektrumot (1. táblázat).

Az elektromágneses távérzékelés, bár magas földi pontokról is alkalmazható, a leghasznosabban repülőgépekről, helikopterekről, műholdakról, vagy interplanetáris rakétákról végezhető. Ily módon hatalmas területekről, rövid idő alatt, nagyon sok tudományosan elemezhető és használható adatot lehet gyűjteni. Az adatok nemcsak a terület kőzetminőségére, szerkezetére, vízeloszlására, hanem a Föld belsejének dinamikus, és felszínének energetikai folyamataira is vonatkozhatnak, továbbá a geológiai képződményeken kívül a növénytakaró és állatállomány minőségére, mennyiségére is értékes adatok tömegét lehet az új módszerekkel összegyűjteni. Nemcsak az ember által a föld felszínéről nehezen belátható nagy dimenziójú alakulatokat (pl. hegységrendszereket) lehet a maguk összességében érzékelni, hanem az egyes műszerek

1. Táblázat

Elektromágneses spektrum távérzékeléshez

A sugárzás típusa	Hullámhossz (cm)	Frekvencia	Szokásos sugárforrás	Az észlelés szokásos módja
Gammasugárzás	10^{-8}—10^{-10}	3×10^{20}— —3×10^{18}	Atomrobbanás.	Fluoreszcencia, vegyi hatás tonizáció.
Röntgen-sugárzás	10^{-7}	3×10^{17}	Elektron ütközés.	U. a. mint fent, NaI kristály.
Ultraibolya	10^{-5}	3×10^{15}	Belső elektronok gerjesztése.	Fluoreszcencia, vegyi hatás.
Fény	$39—78 \times 10^{-6}$	$77—38 \times 10^{13}$	Valencia elektronok gerjesztése.	Szem, vegyi hatás fényérzékelők.
Infravörös	$63{,}28 \times 10^{-6}$ 751×10^{-4}től 1×10^{-1}-ig	$47{,}3 \times 10^{13}$ $4{,}34 \times 10^{13}$tól 300 GHz-ig	Lézer. Atomok és molekulák gerjesztése (termikus források). Infravörös lézerek.	Hőelem. Bolométer, sugárzásmérő, fényérzékelők.
Mikrohullámok	1—0,1	30—300 GHz	Rövid rezgések, nagyfrekvenciás kisülés.	Diódák, bolométerek.
Mikrohullámok	10—1	3—30 GHz	Villamos ellenállás hangolt áramkörökben. Termikusan keltett infravörös sugárzás, szilárd-test eszközök.	Szilárd-test áramkörök, kristályok, diódák, csövek.
URH	100—10	300 MHz —3 GHz	Rövid rezgések, klisztronok, magnetonok, triodák, szilárd-test eszközök.	Villamos ellenállás hangolt áramkörökben, dióda érzékelők.
URH	1000—100	30—300 MHz		
Rádió	$10^{6}—10^{3}$	30 KHz —30 MHz	Nagy kapacitást és induktivitást tartalmazó áramkörök.	Villamos ellenállás. Elektromágneses indukció.
Kis frekvenciás sugárzás	$10^{7}—10^{6}$	3—30 KHz	Váltakozó áramú generátorok, szilárdtest áramkörök, vákuum csövek.	Oszcillográfok, diódák, heterodin vevő.
Kis frekvenciás sugárzás	$> 10^{7}$	< 3 KHz	u. a.	u. a.
Egyenáram				

feloldóképességétől függően 10—20 méteres tárgyakat vagy természetes alakulatokat is tanulmányozni lehet. Mindezen adatokat ismeretlen területek földtani térképezésére vagy ismert területek térképeinek javítására kitűnően fel lehet használni. A felvett adatok az érc, ásvány, olaj és egyéb hasznosítható telepek valószínű elhelyezkedését és helyi vagy nagyszerkezeti összefüggéseit is megvilágíthatják. A térképezés adatait továbbá fontos problémák megoldására felhasználhatja a térképész, a földrajztudós, a hidrológus, az erdész, a mezőgazdasági szakember, a kultúrmérnök és egyéb, a föld felszínével foglalkozó szakember.

Az Egyesült Államokban sokféle típusú műszer kifejlesztésén dolgoznak a különböző hullámhosszak felhasználására. A fontosabb, már használatban levő műszerek a közönséges légi fekete-fehér és színes fényképező gépeken kívül a következők: a panorámikus fényképezőgép, a többhullámú fényképezőgép, az optikai-mechanikai pásztázó, az oldalazó radar és a gamma spektrométer.

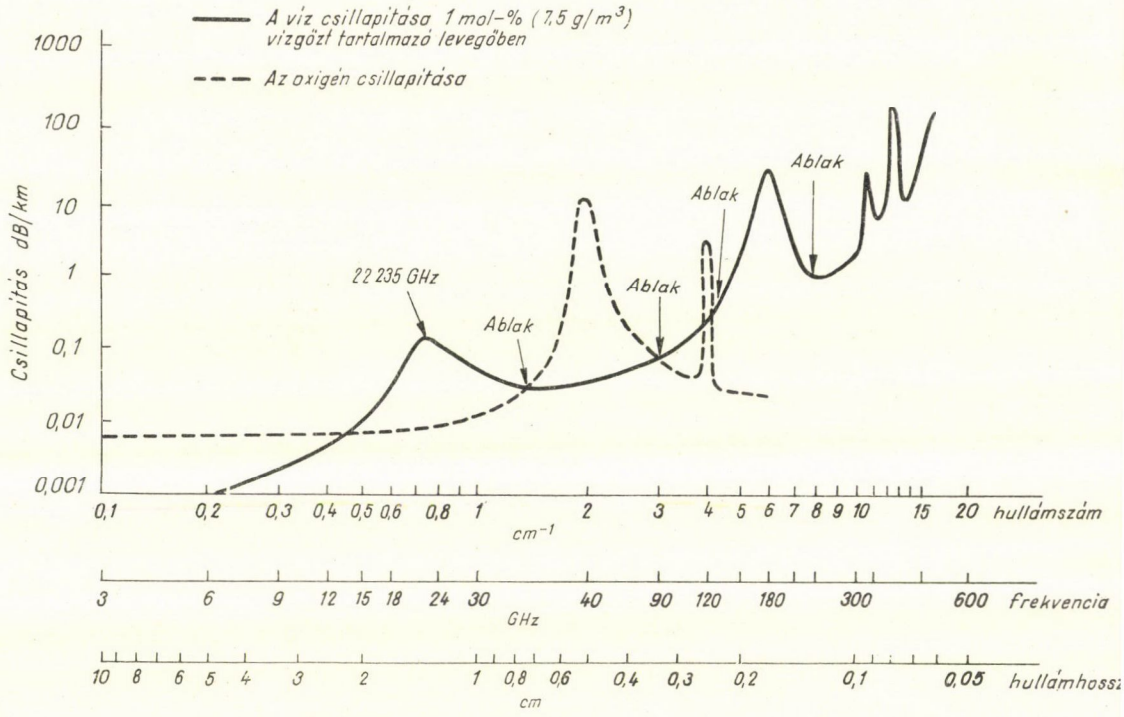
A panorámikus fényképezőgép a közönséges légi fényképezőgép továbbfejlesztése, lehetővé teszi egy nagy terület fényképezését igen éles és pontos feloldással. Ezt a feladatot a lencserendszer ingaszerű mozgásával oldja meg. A film a félkörös lencse mozgásával párhuzamosan helyezkedik el.

A többhullámú fényképezőgép a 0,4—0,9 micron közötti hullámhosszat 9 külön részlegben, vagy „felbontásban" érzékeli, tehát egy tárgyról egy pillanatban 9 képet csinál különböző „színekben". A természetes képződmények jellegzetességeit tehát egy egész sorozat különböző tónusú kép illusztrálja. Bizonyos tulajdonságok jobban kiemelkednek adott hullámhosszon.

Az optikai-mechanikai pásztázó az infravörös sugarak érzékelésére alkalmas. Mivel hőérzékelésről van szó, közönséges filmet nem használhat, mert a filmet a környezet, sőt maga a fényképezőgép hőmérséklete is elrontaná. A hőérzékelést ebben a készülékben arannyal kezelt germániumtű végzi, ami elektromos vezetővel van összekötve. A detektortű mélyhűtése folyékony nitrogénnal történik. A hősugárzás fotonjait tükörfelület irányítja a tűre, amely elektronokat hoz mozgásba. Az elektronsugár látható fényt hoz létre, melynek intenzitása arányos a hőérzékeléssel. Az így generált fény már fényérzékeny filmre vetítődik, amely ilymódon letérképezi a földfelszíni képződmények hőkisugárzását.

Az oldalazó radar nagy előnye, hogy éjjel-nappal és felhős időben is használható. A radar-impulzusokat hasonlóképpen fénnyé transzformálja a készülék, amelyről fényképszerű képletet lehet előhívni.

A gamma spektrométer nagyon rövid hullámhosszal dolgozik. Ez a készülék radióaktív ásványok légi kimutatására kiválóan alkalmas. Mivel a spektrométer többszáz különböző hullámhosszúságot is érzékelhet, a radióaktív ásványok minőségét is meg lehet vele határozni.



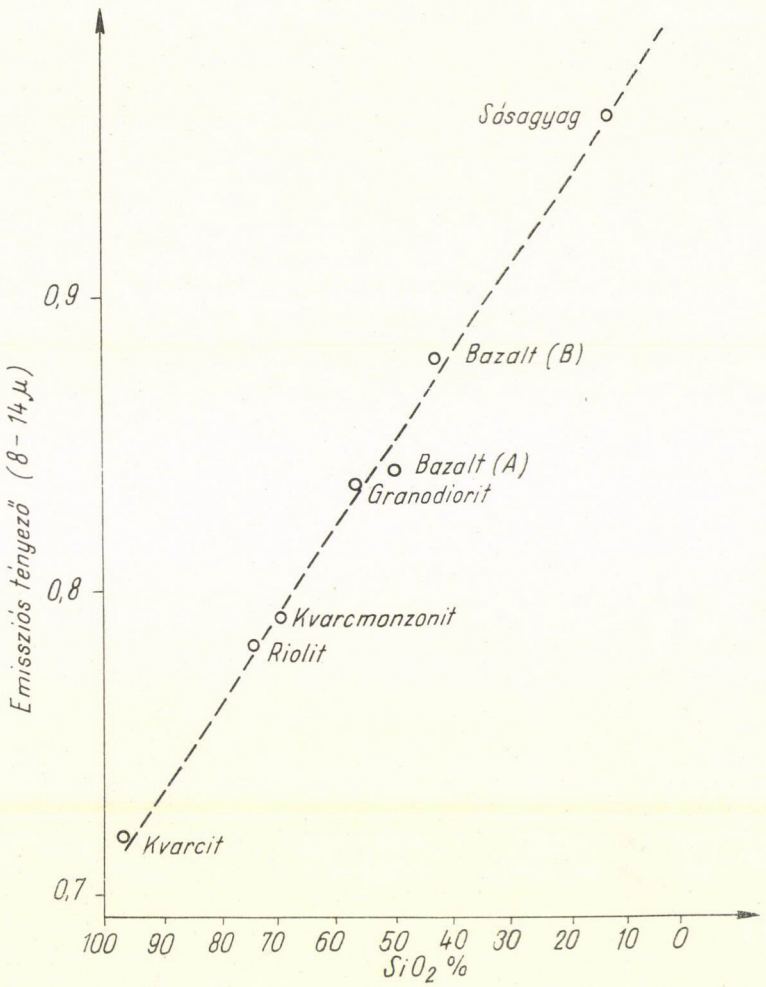
1. ábra.

A műszerek elkészítésénél és hatóképességük értékelésénél bizonyos külső természeti tényezőket is figyelembe kell venni. Ilyen tényező például a levegő szelektív abszorbeáló képessége. A levegő gázai és szennyeződései egyes hullámhosszakat teljesen, vagy részlegesen elnyelnek. Az abszorpció nagymértékben az elektromágneses hullám frekvenciájától függ. A nagy frekvenciájú, kis hullámhosszú sugárzás egy részét pedig a levegő szilárd szennyeződései és gázmolekulái is szétszórják. Ezért főleg azok a hullámhosszak váltak be távérzékelésre, amelyek az úgynevezett atmoszférikus ablakoknál találhatók, ahol a szórás és abszorpció a legkisebb (1. ábra).

Az infravörös méréseknél ugyancsak fontos a kőzetek specifikus sugárzásának tanulmányozása. Laboratóriumi mérések például összefüggést találtak a kőzetek kémiai (vegyi) összetétele és sugárzása között (2. ábra).

További alapos és sokoldalú kutatómunkára van szükség a földtani képződmények fizikai állandóinak és változóinak meghatározására.

Az új módszerek és műszerek segítségével nemcsak a föld felszínének tanulmányozása van folyamatban, hanem a hold és más égitestek földtani térképezése is. A hold egyenlítői övezetének földtani térképezése 1 : 1 000 000 arányban már befejezéshez közeledik. A műholdakról készített fekete-fehér



2. ábra.

és színes fényképek és főleg repülőgépekről—készített infravörös és radar képletek analízise számos új földtani felfedezéshez vezetett. A nagyszerkezet jobb megismerése újabb hasznosítható anyagok feltárását tette lehetővé. Folyamatban van egy új műhold építése, amelynek egyedüli feladata a föld felszínének elektromágneses hullámokkal való kutatása lesz.

A HAZAI MIKROPALEONTOLÓGIAI VIZSGÁLATOK HELYZETE ÉS FELADATA*

MAJZON LÁSZLÓ

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A magyarországi mikropaleontológiai kutatások közül a Foraminiferák vizsgálata a legrégibb. Megindulásuk egyidős D'ORBIGNY-nak 1846-ban a Bécsi-medence neogén Foraminiferáit ismertető klasszikus monográfiájával. NEUGEBOREN J., mint a nagyszebeni múzeum gondnoka úgyszintén 1846-ban közölte első cikkét a felsőlapugyi tortonai rétegek igen gazdag faunájáról. Utána következik HANTKEN M., akinek munkássága nemzetközileg is elismert. 1862-ben rámutatott a Foraminiferák korjelző szerepére. Ezek értékét a dorogi területen értékesen alkalmazta is. DE LA HARPE egyik munkájában közölt levél szerint HANTKEN volt az első, aki a *Nummulitesek* kétalakúságát (dimorfizmus) megfigyelte, mely azután később nagymértékben hozzájárult a *Nummulitesek* természetes, máig is fennálló feldolgozásához és rendszertani beosztásához. A harmadik fontos megfigyelése — bár ezt egyes külföldi kézikönyvek MOEBIUS-nak tulajdonítják (1880) —, hogy 1872-ben elsőnek vette észre a homokos házú Foraminiferákon a pórusokat, s mint írja: „Ez igen fontos észlelet, mely azzal jár, hogy REUSSnak a Foraminiferák rendszerét módosítania kell".

HANTKEN sokoldalú munkássága mellett 1868-ban megszervezte a Magyar Állami Földtani Intézetet, melynek a következő évtől 1882-ig az első igazgatója. Ekkor a budapesti különálló őslénytani tanszék professzorává nevezték ki, mely mint önálló tanszék Bécs és New Hawen után világviszonylatban a harmadik volt.

A múlt század parányőslénytani kutatásai közül meg kell említenünk DADAY J.-nek főleg az Ostracodákon végzett vizsgálatait, valamint RÜST D.-nek a Bükk-hegységi Radiolariákról szóló nagyobb lélegzetű értekezését, majd 1912-ben SCHUBERT R.-nek a magyarországi otolithus-vizsgálatait. Sajnos az Ostracodákon kívül a Radiolaria és otolithus tanulmányok mindmáig szünetelnek.

Hazánkban HANTKEN halála (1893) után a Foraminifera-vizsgálatok csak leíró jellegűek voltak. Külföldön tanulmányozásuk 1917-ben, különösen

* A Földtani Bizottság 1966. dec. 19-én tartott ülésének napirendi pontja.

a kőolajkutatással kapcsolatban vett nagyobb lendületet, abban az időben, amikor nálunk LŐRENTHEY I. s utána mások is a Foraminiferáknak HANTKEN-től elsőnek hangoztatott rétegtani fontosságát tagadták. Ezt a negatív álláspontot 1939-ben a LŐRENTHEY-féle példák elemzéseivel megcáfolni, HANTKEN örökségét megőrizni és továbbfejleszteni 1932-ben az általam a Földtani Intézetben szervezett Fúrás-mintaanyag Laboratóriumban sikerült is. Húsz év múlva a MASZOLAJ hasonló célú laboratóriumát ugyancsak e sorok írója állította fel. Közben az egyetemen 1947-ben ismét elkülönült a földtantól az őslénytan tanszék, ami lehetővé tette 1948-ban magántanári habilitálással a Foraminiferák, majd a többi mikrofosszilia általános és rétegtani előadását. Ez a tárgy 1959 óta kötelező, vizsgatárgyas kollégium. 1966-ban jelent meg a Foraminiferákat ismertető kézikönyv, s ennek V. része gyakorlati szempontokkal is kibővítve ismerteti a hazai üledékek jellegzetes Foraminiferáit a karbontól egészen a szarmatáig bezárólag.

BOGSCH L.-nak a magyarországi őslénytani kutatások fontosabb eredményei című beszámolója, valamint MAJZON említett munkája a Foraminiferákra vonatkozó hazai eredményeket részletesen ismertette. Parányőslénytani eredményeinkkel érdemlegesen foglalkoztak SZÁDECZKY-KARDOSS E. és KRETZOI M. is. Itt azokat a jelentősebb megfigyeléseket soroljuk fel, melyek révén komolyan gazdagodott a magyar őslénytan, valamint rétegtan, és részben nemzetközileg is értékeseknek bizonyultak. A hazai rétegtani mélyföldtan legtöbbet a Foraminifera vizsgálatoknak köszönhet, mely 1932-től szinte ontotta az újabb és újabb adatokat, új megvilágításba helyezve Magyarország mélységbeli réteg- és szerkezettani képét. Így egyben a gyakorlati irányú kutatásokat is szolgálták. Rendszertani sorrendben az utóbbi évtizedekben publikált érdemlegesebb parányőslénytani eredmények a következők.

A T h e k a m ö b á k körébe tartoznak KŐVÁRY J. vizsgálatai alapján az alsópannóniai korú, lapos, kis lepényalakú *Silicoplacentinának* nevezett maradványok. Ezeket a harmincas évek elején az alföldi mélyfúrásokból előkerült anyagból felismertük, s újabban a jugoszláviai és szlovenszkói ugyancsak alsópannóniai üledékekben megtalálták.

A F o r a m i n i f e r á k képezik mikropaleontológiailag a legjobban tanulmányozott kategóriát. A HANTKEN halálával félbeszakadt biosztratigrafikai kutatást MAJZON élesztette fel. E munkálatok: „1939 schon auf die große stratigraphische Bedeutung der Foraminiferen hingewiesen haben, wie in Europa noch niemand daran dachte" (HILTERMANN H. 1960). „Munkásságával megtermékenyítette a magyar mikropaleontológiai kutatást, s ezen keresztül az utolsó évtizedek legeredményesebb, legmaradandóbb hatású magyar sztratigráfusa lett" (FÖLDVÁRI A. 1958). Vizsgálatait: „Korszerű eszközökkel és módszerekkel nemzetközi szinten, s példamutató tevékeny munkájával tudományos és gyakorlati hasznosságú széleskörű magyar iskolává növelte" (VADÁSZ E. 1967). MAJZON vizsgálatai a karbontól a szarmatáig

bezárólag csaknem minden korú lerakódásra kiterjedtek. Nagyvisnyónál megtalálta és csiszolatban is vizsgálta a felsőkarbon *Fusulina*-féléket.* A Balatontól D-re eső karádi fúrásban *Fusulinák* alapján mutatta ki a felsőkarbont. A felsőtriász dachsteini mészkőből ismertette a gyakori fellépésű *Triasina* új génust (1954), mely már Európa egyéb felsőtriász lelőhelyeiről is előkerült, és újabban mint a Triasina-zóna jellegzetes alakját említik. Noszky J. gyűjtéséből liász-faunát határozott meg (1952). Kárpát-ukrajnából megismert *Globotruncanák* és kísérő fajok révén az ottani flis rétegeket szintezte (1939), s ugyancsak ezek segítségével a bakonyi — eddig kiscelli agyagnak vélt — cenoman turriliteses márgát a *Rotaliporák* és a felsőeocént a *Hantkeninák* felismerésével különítette el. A Vékénytől—Debrecenig terjedő hazai globotruncanás lelőhelyek két övét különítette el (1961), kimutatta a *Hantkeninák* magyarországi biosztratigrafiai jelentőségét (1960). Vizsgálatai szerint a fliskifejlődésű rétegek úgy litológiailag, mint faunisztikailag egészen a Duna—Tisza-közi Törtelig terjednek. Az oligocént szintekre osztotta, melyek jellemző alakjaikkal a medence-kifejlődésű területeken jól elkülöníthetők. Egyébként kedvelt munkaterülete az oligocén s az ide tartozó üledékek vizsgálatai. Az egész ország területére kiterjedő oligocén vizsgálata során kimutatta a „paleogén vonaltól" délre a buzsáki mélyfúrásban a csaknem 700 m vastagságú idősebb oligocént. Vizsgálatai szerint Esztergom környékén 400 m-nél vastagabb rupéli agyagmárga fejlődött ki, feküjében az eddig felsőoligocénnak tartott barnakőszénteleppel. Szinte klasszikussá vált tortonai lelőhelyek (Nógrádszakál, Várpalota, Szob, Hidas, Herend) faunáját ismertette. A biharnagybajomi fúrások zöldes dacittufa rétegei közé települt candorbulinás márgák rétegtanilag és faunasztikailag megegyeznek Észak-Erdély Szamosparti kifejlődéseivel. Több helyen észlelte a szarmata korú *Nubeculariákat* és *Nodophthalmidiumokat*.

K. Sidó M. az urkúti és eplényi mangán-rétegösszleten végzett részletes vizsgálatokat. Kimutatta (1953), hogy az addig *Orbulináknak* tartott Foraminiferák egy része feloldódott kovavázú és utólag folyamatosan kalcitanyaggal helyettesítődött Radiolária váza. Ugyanakkor egyes Foraminiferák háza átkovásodott. (Hasonló jelenséget lehetne tanulmányozni az alsóörsi triász korú diabáztufás, márgás, valamint a dachsteini mészkő közé települt zöld „agyag"-rétegek orbulinás-radiolariás faunáján is.) Sidó M. az úrkuti I. számú akna apti emeletbe tartozó és a mangánösszlet fedőjében megfigyelhető tarka vörös agyagban fészkes településű, homokos, makrofaunás réteg Foraminiferáinak feldolgozása során az akna fekü-rétegében egy kivételével csakis *homokos* házú alakot talált. Közülük kettő gyakori, ami környezetváltozásra (a tengervíz hőmérséklete, vegyi összetétele) mutat. Itt kell utalni Pantó G.-nak (1954) a Demjén-környéki, Majzon L. (1953) által a rupéli 3. számú, vagyis

* (Ezeket azután 1963-ban Balogh K. anyagával együtt a specialista Rozovszkaja Sz. E. dolgozta fel részletesen.)

az *agglutinált* fajokkal jellemzett mangánkarbonátos agyagmárgákra vonatkozó megfigyelésére. Eszerint: „A rétegek fajszáma következetesen fordított arányban áll a mangántartalommal, és gyér mikrofaunája révén ismertünk fel olyan mangántartalmú réteget is, amelyet makroszkópos megjelenése nem árult el." SIDÓ M. a *Nubecularia elongata* HANTKEN rendszertani helyét, valamint egyes bakonyi cenoman rétegek faunáját is tárgyalta.

KŐVÁRY J. vékonycsiszolat-vizsgálatainak eredményeit is figyelembe véve, főleg a középsőmiocén rétegének mikrobiofácies tanulmányait említhetjük meg.

KECSKEMÉTI T.-nak ROZLOZSNIK P. munkáját részben folytató és ezt a rétegtan szolgálatába is állító részletes korszerű tanulmányai az úgynevezett nagytermetű Foraminiferák közül a *Nummulites, Discocyclina, Asterocyclina* nemzetségekhez tartozó fajokra vonatkoznak és alapos statisztikai módszeren alapulnak.

MÉHES K. *Nummulites*-vizsgálatain kívül jelentősebbek az idősebb kréta időszakból származó *Orbitolinákon* végzett tanulmányai. Részletesen foglalkozott a nemzetség genetikus változásaival és ennek evolúciójában megfigyelt stádiumokkal. Megállapította, hogy a deuteroconch celláinak válaszlapkeresztmetszetei a felsőbarrémi emelettől a cenomanig mindinkább sűrűbbek és tagoltabbak lesznek, és ennek következtében az embrionális szerkezet egyre finomabbá válik.

NYIRŐ R. a felsőoligocén rétegekben található Foraminiferákon kívül (*Corrosina* n. gen.) főleg középsőmiocén korú faunákat vizsgált. Kimutatta, hogy a Dunántúlon a göcsei medencerészben a középsőmiocénen belül nem vihető keresztül olyan beosztás, amilyeneket PAPP A. a Bécsi-medencében megfigyelt.

V. ZILAHY L. szerint a dorog—tokodi területen a londoni emelet operculinás agyagmárgája különböző kifejlődésű. Például a csolnoki Borókás-hegy fúrásában az operculinás agyagmárgában szokatlanul kevés az *Operculina*, és a körülbelül 50 m vastag kifejlődést az *Uvigerina multistriata* HANTKEN gyakori, tömeges, ill. legfelül ritka megjelenése jellemzi. Az itteni operculinás agyagmárgát a Foraminiferák megjelenése alapján nyolc szintre osztotta.

K. LAKY I. főleg a Mecsek és a Tokaji-hegység középső- és felsőmiocén üledékeivel foglalkozott, a mecseki ide sorolható rétegeket legújabban a Bécsi-medence miocénjéhez hasonló — ha azzal nem is teljesen megegyező — szintekre bontotta.

N. GELLAI Á. különösen az Esztergomi-öblözet oligocén rétegeinek Foraminiferáit vizsgálta. A lattorfi emelet üledékeiben szegényes, homokosházú és csökkent sósvízre utaló faunát mutatott ki. Ezzel megegyezőt figyeltünk meg a rómaifürdői fúrásokban is.

MAKKAY K. a hazai helvéciai emeletbe tartozó, főleg a slíres kifejlődésű rétegeket tanulmányozta. A misefai, nagytilaji és nagylengyeli fúrások anya-

gán végzett vizsgálatai szerint a helvéciai emelet mikrofaunisztikailag egységes üledékciklust képvisel, amit kiédesedés, regresszió zár le. A tortonai emelet faunisztikailag új üledékciklus kezdetét jelenti (1966).

O. SCHEFFER A. a Balatonfelvidék triász Foraminiferáinak feldolgozásával fontos munkát kezdett meg.

Tintinninákon K. SIDÓ M. végzett vizsgálatokat a Gerecse, Vértes, Bakony és Mecsek titon és alsókréta-korú rétegeinek vékonycsiszolatait tanulmányozva. Eredményeit igyekezett a kronológia szolgálatába is állítani. Ilyen irányú vizsgálatokkal foglalkozik KNAUER J. is.

A bizonytalan rendszertani helyzetű parányőslénytani maradványok közül a mezozoi és harmadidőszaki üledékek *Coccolithophoridái* és *Nannoconusait* B. BEKE M. tanulmányozza hazánkban elsőként e tárgykörben. Ugyancsak elsők GÓCZÁN F.-nek a hazai *Hystrichosphaeridea* maradványokon végzett kutatásai.

Igen értékes eredményt ért el ORAVECZ J. kimutatva a Balatonfelvidék palasorozatában Graptolithes-maradványok mellett Hystrichosphaerideákat. Ezzel Magyarország a szilur időszakba tartozó legidősebb őséletmaradványait ismerte fel.

Az Annelidákhoz sorolt *Conodonták* számos halfog-szerű képződményét mutatta ki GÖMÖRI I. a Balatonfelvidék és a Bükk-hegység triász korú, eddig faunamentesnek tartott üledékeiből.

A magasabbrendű mikroszkopikus szervezetek közé tartozó *Ostracodák* közül MÉHES GY. eocén és oligocén korú fajokat írt le. ZALÁNYI B. miocén és pliocén rétegekből előkerült maradványaikat főleg morfológiai és leíró szempontokból tanulmányozta; újabban perm időszaki ostracodákat ismertet. SZÉLES M. értékes ökológiai és rétegtani eredményeket adó ostracodológiai vizsgálatai különösen pannóniai korú anyagokra vonatkoznak.

Foraminiferák patologikus változását tanulmányozták MAJZON, KECSKEMÉTI, V. ZILAHY. Ezek házai belső szerkezetét röntgenográfiailag NYIRŐ R. vizsgálta.

Mikropaleontológusaink széles alapon végzett tanulmányai nemzetközileg is értékes eredményekhez vezettek. Ezért is kifogásolható az az értetlenség, amely e kutatásokat a földtan *egyik* segédtudományaként kezeli. Emiatt nem egyszer a külföld közli azokat az eredményeket, amelyek pedig már előzőleg kéziratban porosodtak kutatóink fiókjaiban.

További fontos feladatnak látom, és fiatalabb kutatóknak feldolgozásra ajánlom a Bakony és Mecsek hegység jura rétegeinek Radiolariáit és Foraminiferáit; miocén Ostracodák rétegtanát; plankton Foraminiferákban gazdag üledékek Coccolithophoridaeit; édes- és enyhén sósvízi rétegek Thalamiait; Tintinnoideak általános vizsgálatát; a különböző gyűjtemények (Tud. Egyetem, kőolajipari laboratórium stb.) új és ritka Foraminiferáinak rendszer- és rétegtani leírását; a „fornai" üledékek Foraminiferáit; foraminifera-csiszo-

latok, valamint a miocén szintek vizsgálatát (LAKY-éhoz hasonlóan az ország egyéb területein), összekapcsolva az Ostracodák tanulmányozásával. A gyakorlat további kívánalmakat is felvet majd.

IRODALOM

BOGSCH L.: A magyarországi őslénytani kutatások fontosabb eredményei az utolsó húsz évben. Kézirat, 1966. — KRETZOI M.: Életföldtani vizsgálatok módszertani jelentősége és eddigi eredményei, 1959. — MAJZON L.: Földt. Int. Vitaülés Beszámoló, 1939 — MAJZON, L.: Földt. Közl., LXXXIII, 299, 1953. — MAJZON L.: Ibid, XCV, 406, 1965. — MAJZON L.: Foraminifera-vizsgálatok. Akad. Kiadó, 1966. — MAJZON L.—CSIKY G.: Bány. Lapok, 671, 1963. — SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Földtan. In: A magyar tudomány 10 éve 1945—1955. Akad. Kiadó, 1955.

AZ ELEKTRONMIKROSZONDA MŰKÖDÉSE ÉS FÖLDTANI VONATKOZÁSAI

PANTÓ GYÖRGY

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Az elektronoptika fejlődése, a finoman fókuszozott elektron sugárnyaláb előállításának lehetősége, valamint a nyert röntgensugárzás megfelelő érzékenységű észlelésére kialakított számlálók (10^{-14} gr.) az emissziós röntgenspektrográfia elvén alapuló elektron mikroszondás vizsgálat mind szélesebb körű elterjedését tették lehetővé. Az ezen az elven működő műszer (electron probe microanalyser, electron microprobe, electron-probe, microprobe, microsonde élequtronique, microanalyser á sonde electronique, electronen mikrosonde, mikrosonde, elektronstrahl mikrosonde) magyar elnevezéseként az „elektron mikroszonda" név látszik alkalmasnak.

A kereskedelmi forgalomban jelenleg kapható műszertípusok: SEM—2 (angol), SEM 2A—PERMA (angol), EMX (USA), EMX—SM (USA), ARL—FICA 80 000 (USA), GEOSCAN (angol), MICROSCAN 3 (angol), MICROSCAN 5 (angol), XMA—5 (japán), JXA—3A (japán), JXA—5 (japán), MAC 400S (USA), ELMISONDE (Siemens), MAR (szovjet, prototípus).

A földtudományokban érdekelt szakemberek számára a következő előnyöket nyújtja e műszer*:

1. A Na^{11} (több műszer esetén B^5) — U^{92} elemtartományon belül a szilárd minta 1—10 mikron^3 térfogatából kvantitatív eredmények nyerhetők.

2. A műszerrel rutin vizsgálattal kvalitatív és fél-kvantitatív meghatározások végezhetők. Ezen igen gyors eljárás fajtái az elektronkép, egy-egy elem eloszlására vonatkozó röntgenkép, a vonalmenti elemeloszlási diagram, az egy ponton végezhető kvalitatív elemmeghatározás.

3. Az elemzés során a minta fényoptikai eszközökkel figyelhető, így egyenes összehasonlítás lehetséges a fényoptikai adatok és a kémiai eredmények között. Ugyancsak hasznos meghatározási segítséget nyújt egyes ásványok látható lumineszcenciás jelenségeinek megfigyelése is.

* A cikket aktuálissá teszi az, hogy akadémiai osztályunknak a Fémipari Kutató Intézettel és az Alumíniumtröszttel együttesen beszerzett műszere megérkezett, amely nagy teljesítőképessége következtében lehetővé teszi, hogy a kohászati jellegű intézmények feladatain kívül indokolt esetben a legkülönbözőbb földtudományi és bányászati kívánalmak igényeit mielőbb teljesíteni tudjuk. Az intézmények igény-bejelentésével egy geokémiai bizottsági ülésen foglalkoztunk. Ezen túlmenő igények a Geokémiai Kutató Laboratórium igazgatóságához közvetlenül küldendők be.

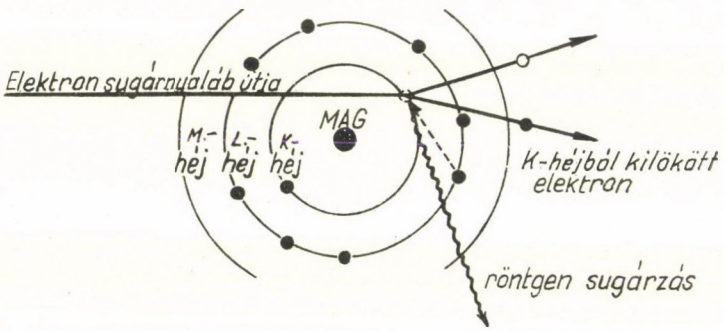
4. Az elemzés végrehajtható sérülés nélkül opak- és vékonycsiszolatokon is, így azok további vizsgálatoknak alávethetők. Az ásványszemcsék eredeti helyükön összefüggéseiben elemezhetők.

5. Megfelelő összehasonlító minták (standardok) és számítási eljárás birtokában rövid idő alatt nagyszámú elemzés készíthető.

6. Kiegészítő berendezésekkel lehetőség van rácsszerkezeti meghatározásokra és hevítéses vizsgálatokra is.

Az elemzés elve

A vizsgálat során a minta felületére érkező elektronoknak bizonyos energiával kell rendelkezniök, hogy az elemek karakterisztikus sugárzása kiváltódjék. Ez esetben (1. ábra) a felgyorsított elektron összeütközik pl. a legbelső K héj két elektronja egyikével. Ez az elektron kilökődik az atomból és abszorbeálja a becsapódó részecske energiáját. Az üresen maradt helyre



1. ábra. A karakterisztikus röntgensugárzás keletkezésének vázlata

az L vagy az M héj egy elektronja ugrik. Ez a befelé mozgás addig folyik, amíg az atom eredeti állapotába kerül egy szabad elektron befogásával. A többletenergiát jelentő befelé mozgás karakterisztikus röntgensugárzás formájában szabadul fel. Röntgenspektrométerek segítségével ezek a spektrumok hullámhossz és intenzitás szerint elemezhetők.

Első közelítésben egy elem karakterisztikus sugárzásának intenzitása arányos a mintában jelen levő elem mennyiségével. A kvantitatív elemzés tehát úgy történik, hogy összehasonlítjuk az ismert mintából (standard) származó karakterisztikus sugárzás intenzitását a vizsgált minta sugárzásának intenzitásával az adott elemre vonatkozóan. A kvantitatív elemzés sokkal több problémát jelent, mint a kvalitatív. Ezért a mikroszonda irodalom túlnyomó része a kvantitatív kérdésekkel foglalkozik, ami elfedi a kvalitatív és félkvantitatív módszerek jelentőségét és szerepét.

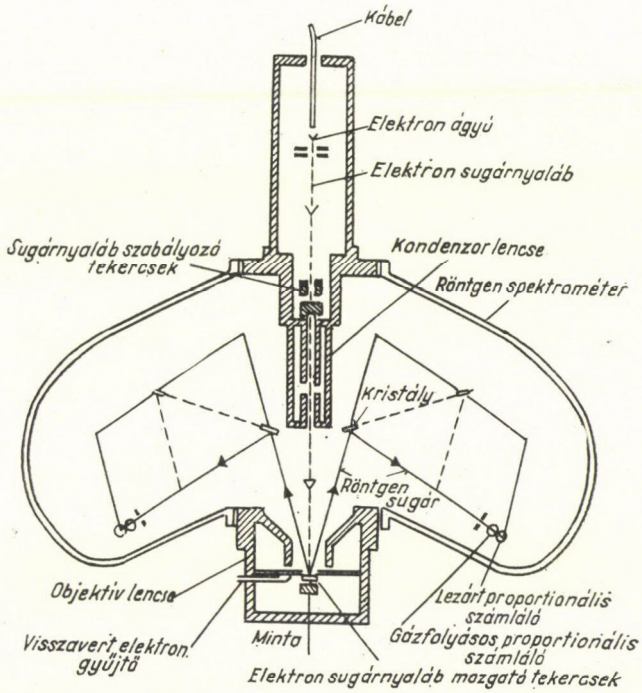
Bár az elektronsugárzással szilárd felületről gerjesztett röntgensugárzás elve már régen ismert, e jelenség mikroanalitikai alkalmazását első ízben a Guinier Laboratóriumban dolgozó CASTAING R. alkalmazta (5). Közel azonos időben BOROVSZKIJ és munkatársai is kifejlesztettek egy elektron mikroszondát (4.).

A berendezés

A különböző műszertípusok elvi felépítése azonos. A főbb egységek: 1. elektron optikai rendszer, 2. röntgenoptikai rendszer, 3. mintakezelési és fényoptikai rendszer, 4. vákuum rendszer, 5. eredménykiírás és regisztrálás.

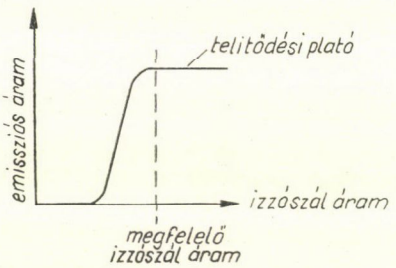
1. *Az elektronoptikai rendszer* (2. ábra) elektronágyúból, két elektromágneses lencséből álló rendszerből, elektron sugárnyaláb eltérítő szerkezetből és a hozzájuk tartozó elektronikus részekből áll. Az elektronágyú rendszerint 5—50 keV tartományában állíthat elő elektronokat. A nyaláb elektronjai energiájának elegendőnek kell lennie a karakterisztikus sugárzás kiváltására, de nem túl nagynak, hogy a sugárnyaláb ne hatoljon túl mélyre a mintába.

Az izzószál áramának növelésével az emissziós áram a telítődési platóig emelkedik, amelyen túl az áram növelésével az emissziós áram tovább nem



2. ábra. A GEOSCAN mikroszonda elektronoptikai oszlopa és spektrométerei

emelkedik (3. ábra). Az elektronágyú teljesítményének és stabilitásának legmegfelelőbb, ha az izzószál áramot úgy választjuk meg, hogy az kissé a telítődési plató felett legyen. A sugárnyalább árama maximálisan 10^{-6} A, normális használat esetén 10^{-7} A nagyságrendű.

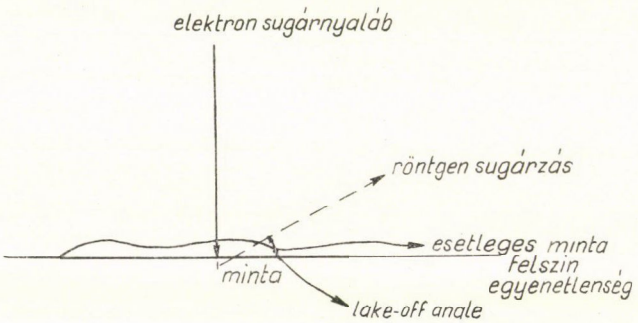


3. ábra.

Elemzéskor az elektron sugárnyalábot 1 mikron átmérőre kicsinyítjük és fókuszba hozzuk a minta felszínén. Az elektron sugárnyaláb minimális mérete rendszerint 0,3 mikron, maximálisan kb 400 mikron, ami a kondenzor és objektív elektromágneses lencsékkel szabályozható.

Lényeges követelmény a minta felszíne és a távozó röntgensugarak közötti szöget (take-off angle) minél nagyobbra venni, a mintában bekövetkező röntgensugár abszorpció miatt. Kis szög esetén ui. a keletkezett röntgensugár hosszabb utat tesz meg a mintán belül (4. ábra). Ez a szög korlátlanul nem növelhető. A mai műszerekben 18—75°-os szögek találhatók. A nagy szögérték előnyös a mintafelszín esetleges egyenetlenségeiből származó zavaró hatások kiküszöbölése miatt is.

Az elektronoptikai rendszer fontos része a sugárnyaláb eltérítő rendszer (6.). A letapogatás nemcsak az elektron sugárnyaláb mozgatásával, hanem fix elektronsugár alatti mintamozgatással is elérhető. A sugáreltérítés elektromágneses mezővel (eltérítő tekercsekkel) vagy elektrosztatikus térrel (eltérítő



4. ábra.

lemezekkel) történhet. Az elektron sugárnyaláb mozgatása magában rejti azt a nehézséget, hogy a sugárnyaláb a minta felszínén, a röntgensugarak pedig a spektrométerekben defókuszálódnak. A minta mozgatása a felületi egyenetlenségek miatt okozhat zavarokat. Újabb modern műszerekben mindkét lehetőség megvan.

Az elektron sugárnyalábbal való letapogatás képszerű eredményét televíziós képernyőn lehet vizsgálni (5. ábra). A röntgenképen minden egyes pont fényessége mennyiségmérő és az egymás mellett levő fényes pontok eloszlásából, sűrűségéből, vagy ritkaságából épül fel a kép. A reflexiós elektronkép a minta felszínéről visszaszórt elektronokból épül fel, a minta strukturális jellegeiről és bizonyos mértékig az elemi összetételről ad felvilágosítást. A nagyobb atomsúlyú elemek elektronvisszaverő-képessége nagyobb és így a képernyőn e területek fényesebben ragyognak. Több műszerrel ennek ellenkezőjét is lehet vizsgálni, az ún. abszorbeált elektron képet. Ebben az esetben megkapjuk a visszavert és abszorbeált elektronok arányát.

2. A karakterisztikus röntgensugarak vizsgálatára szolgáló *röntgenoptikai rendszer* kristály spektrométerből, proporcionális számlálóból és a hozzájuk tartozó elektronikából álló ún. hullámhossz-diszperziós (dispersive) módszerrel történik. Másik kevéssé használt eljárás csak proporcionális számlálót alkalmaz. Ez az energia-diszperziós (non-dispersive) módszer.

a) A hullámhossz-diszperziós módszer elve az, hogy adott hullámhosszúságú röntgensugarak egy d rácsparaméterű kristályról csak egy bizonyos tükrözési szög alatt verődhetnek vissza, amit a Bragg-törvény foglal magába. A tükrözési szög megfelelő változtatásával a kívánt hullámhosszúságú röntgensugarak kiválaszthatók és intenzitásuk detektorokkal mérhető.

A mikroszonda elemzéseknél a proporcionális, GEIGER—MÜLLER és szcintillációs számlálók alkalmazhatók (11).

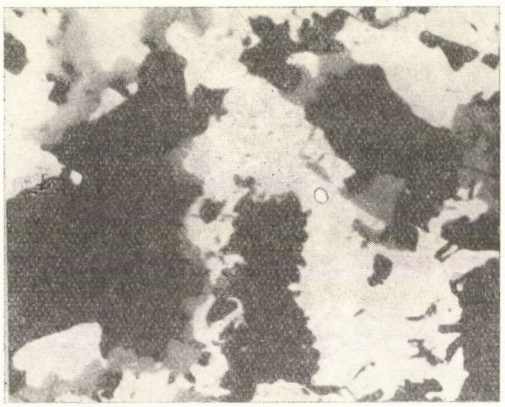
A proporcionális számlálók két típusa használatos. Az egyik zárt, benne a gáztartalom állandó, töltése rendszerint semleges gáz, alkohol vagy alkália tartalommal. A másik nyitott, amelyen rendszerint 90% Ar és 10% metánkeverék áramlik keresztül. E számláló típus nagy impulzus számolási intenzitással (10 000 impulzusszám/sec) és kis holtidővel (1—2 microsec) rendelkezik.

A GEIGER—MÜLLER számlálók hasonló tervezésűek, de kevésbé használatosak a kis impulzus számolási intenzitás és a nagy holtidő miatt.

A szcintillációs számlálót főleg a visszavert elektronok mérésére használják.

A diffraktáló kristályt, a detektort és a mintát úgy kell elhelyezni, hogy a röntgensugarak minden tükrözési szögnél a detektorba jussanak. A megoldások közül a transzmissziós (átbocsátó) kristályspektrométerek csak rövid hullámhosszúságra alkalmasak a kristályban előforduló abszorpció miatt, és így ezeket csak ritkán alkalmazzák. A reflektáló (visszaverő) típusú kristályspektrométerek fontosabbak (16.).

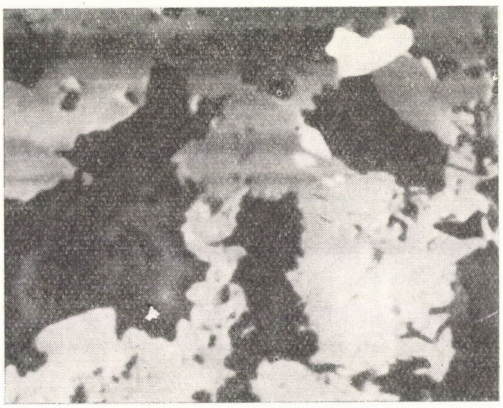
5/1



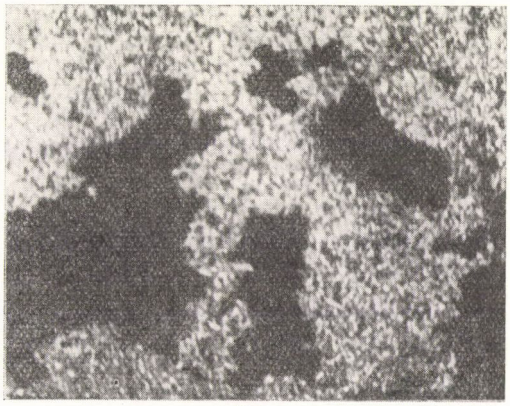
5/2

A reflektáló típusú kristályspektrométerekben hajlított és csiszolt (Johannson-típusú), vagy csak hajlított, de csiszolatlan (Johann-típusú) kristályt alkalmaznak. A kristályspektrométerek igen változó geometriájú elrendezések szerint készülnek, amelyek közül a két alaptípus a teljesen fókuszozó és félig fókuszozó spektrométer.

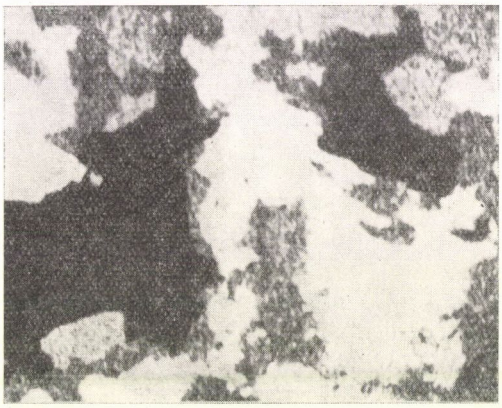
Nagypontosságú kvantitatív mikroszonda-elemzéshez és maximális sokoldalúsághoz kívánatos, hogy az alkalmazott spektrométerek nagy hullámhossz tartományt fedjenek be, optimális vonalfelbontó képességük legyen, nagy csúcs/háttér aránnyal és impulzus számolási intenzitással rendelkezze-



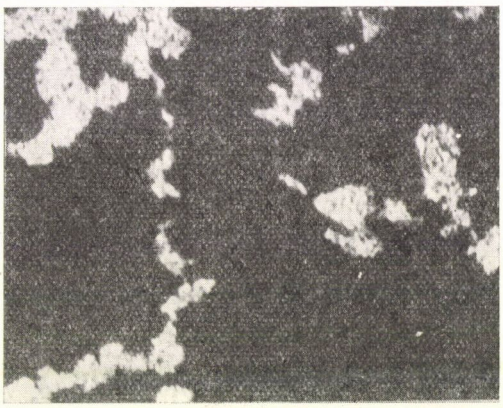
5/3



5/4



5/5



5/6

5/7

5/8

5. ábra. Pirites karbonátos kloroandezit. Börzsöny hegység, Egyházaspatak. A színes elegyrészben elhelyezkedő érckitöltés: pirrhotin, marmatit, kalkopirit és galenit. 1. A vizsgált szemcse mikroszkópi képe. N = 80x; 2. Ércmikroszkópi kép. N = 210x; 3. Elektronkép. N = 210x; 4. $S_{K\alpha}$ = N 210x; 5. $Fe_{K\alpha}$ N = 210x; 6. $Cu_{K\alpha}$ N = 210x; 7. $Zn_{K\alpha}$ N = 210x; 8. $Pb_{M\alpha}$ N = 210x.

nek. A spektrométer teljesítőképessége függ a minta — kristálydetektor elrendezésétől, a fókuszozó kör sugarától, az effektív Bragg-szög tartománytól, a kristály anyagától, annak rácsparaméterétől és felszínének minőségétől, a detektor típusától, annak időstabilitásától, a detektorablak anyagától, gáztöltésétől és a detektorrés szélességétől.

A mai spektrométerekben leggyakrabban használt kristályok: litiumfluorid, kvarc, csillám, KAP (K-dihidrogén foszfát), ólomsztearát, mirisztát, Ba-lignocreat.

A Bragg-törvényből nyilvánvaló, hogy nemcsak az elsőrendű, hanem a magasabbrendű röntgenreflexiók is mérhetők a hullámhossz diszperziós módszerrel. Az elsőrendű reflexió a legerősebb és rendszerint ez a használatos, de néha, különösen nehezebb elemek esetében, a magasabbrendű reflexiók mérése is szükségessé válhat. A gyakorlatban általában a „K" sávokat 5—37, az „L" sávokat 37—76 között, míg az „M" sávokat 76 rendszám felett használják. A mikroszonda spektrométereknek tehát az 1—80 Å közötti hullámhossztartományt kell átfogniuk, ami Bragg-szögben kifejezve kb. $\Theta = 22—80°$-nak felel meg.

Előfordulhat, hogy az első és magasabbrendű reflexiók fedik egymást. Ekkor a két vonal impulzusenergiában különbözik egymástól, amelyeket egy olyan elektronikus szűrővel választhatunk szét, amely úgy állítható be, hogy csak bizonyos amplitúdó tartomány impulzusait eressze át.

b) *Az energiadiszperziós módszer* azért használható, mert arányosság van a kezdeti röntgensugár fotonenergia és a teljessítmény-impulzus amplitúdója között. Ez azt jelenti, hogy a gáz-proporcionális és a szcintillációs számlálók is energia megkülönböztetésre használhatók. Így a röntgensugarak kristály nélkül csupán detektorral is elemezhetők, de a proporcionális számlálók energiafelbontó képessége csak kb. 3 rendszám.

Használata igen lágy sugárzások kvantitatív meghatározására terjedt el, egészen a $Be_{k\alpha}$ vonalig a megfelelő diffraktáló kristályok megjelenése előtt. A $B_{k\alpha}$ Ba-lignocreát kristállyal 0,2% analitikai érzékenységgel mérhető.

Ma nagyon hasznos módszer gyors kvalitatív meghatározásokra és olyan esetekben, amikor a minta nem tartalmaz 2 rendszámnál közelebb álló elemeket, könnyű elemek mérésére. Ez esetben ugyanis a detektort közel lehet vinni a mintához (röntgensugárforrás) és így a keletkezett röntgensugár energiájának csaknem teljes egésze bevihető a detektorba.

3. A minta elhelyezése és az optikai mikroszkóp. A módszer elvéből kifolyólag a műszer mintakamrájában vákuumot (5×10^{-5} Hgmm) kell létesíteni és biztosítani kell mind a minta, mind a standardok fényoptikai megfigyelésének lehetőségét és azok mozgathatóságát két, a minta síkjával párhuzamos és egy arra merőleges irányban. Erre azért van szükség, hogy a minta szintje és a vizsgálni kívánt hely pontosan beállítható legyen. Az utóbbi azon alapszik, hogy a fényoptikai rendszer tengelye azonos az elektronoptikai rendszer

tengelyével, azaz a mikroszkóp fonálkeresztje a mintán azonos helyzetű a fókuszba hozott elektronsugárnyaláb helyzetével.

Fontos, hogy a nagy felbontóképességű mikroszkóprendszer lehetővé tegye az elemzés során a minta megfigyelését és ne zavarja az elektronoptikai rendszert. A legsokoldalúbb típusok (JXA—5, GEOSCAN, CAMECA MS—46) alkalmasak mind opak csiszolatok reflexiós, mind vékonycsiszolatok átvilágításos vizsgálatára is polarizált fényben.

A megvilágító és megfigyelő rendszer beépíthető úgy, hogy a fényobjektív lencse középpontjában fúrt lyukon halad át az elektron sugárnyaláb, vagy a megfigyeléshez a minta vízszintes helyzetéből kibillenthető, vagy a minta függőleges tengely körüli korongra szerelve a műszer oldalára szerelt mikroszkóp alá vihető. Ismertek speciális optikai elrendezések vagy mintatartók is (JXA—5, GEOSCAN), amelyek segítségével a kívánalmak maximálisan kielégíthetők (8.).

A mintatartók általános jellege, hogy 1 vagy több mintát képesek magukba foglalni az elemzéshez szükséges standardokon kívül. A minták manuálisan vagy automatikusan mozgathatók. A szokásos mintatartókon kívül gyakran fűthető asztal, forgatható mintatartó, a KOSSEL technikához szükséges berendezés építhető be.

A fényoptikai rendszer nagyítása általában 240—600-szoros, az elhelyezhető mintaméret 1,2—6 cm ∅, a standardok száma 17—31 között változik.

4. Vákuumrendszer. A mintakamrában, az elektron- és röntgenoptikai rendszerben létesítendő $5 \cdot 10^{-5}$ Hgmm vákuumot 1 vagy 2 mechanikus elővákuum szivattyúval és egy diffúziós vákuum szivattyúval lehet elérni.

Az üzemeltetéshez szükséges vákuum a JXA—3A japán műszer esetében a teljes berendezésre nézve 20 percet, külön az elektronoptikai oszlopra nézve 5 percet, míg a mintakamrára 30 másodpercet vesz igénybe. A legtöbb műszerben az elektronoptikai oszlop, a mintakamra és a spektrométerek is külön vákuumrendszert képezhetnek, így 1—1 rész felnyitása esetén a teljes rendszerben levő vákuumot nem kell megbontani, ami tekintélyes időmegtakarítást jelent.

5. Erősítés és eredménykiírás. A detektorból származó jeleket először erősítőkkel, amelyeket rendszerint közvetlenül a detektor mögé építenek be, fel kell erősíteni. Ezután a jelek a fő impulzus-erősítőkbe kerülnek, amelyek az impulzusokat kb. 5—100 V közöttire erősítik. A felerősített impulzusok oszcilloszkópon, regisztráló szalagon vagy digitálisan válnak láthatóvá.

A mérési eredmények, képek, diagramok bemutatására általában az alábbi módszerek állanak rendelkezésre: 1. rendszerint két katódsugárcső az elektron- és röntgenképek részére, 2. digitális impulzusszám kiíró, 3. elektromos írógép kiíró, 4. papírszalagos regisztráló, 5. fényképezéses képregisztálás.

Mintaelőkészítés

Az elektron mikroszonda elemzésekhez szükséges mintákat különös gonddal kell elkészíteni. A szokásos kőzettani csiszolási és polírozási eljárás általában használható, de néhány módosítást kell végrehajtani. Ezek azért szükségesek, mert az elemzés felszínen történik, s így nagyon tiszta relief- és karcolásmentes, jól polírozott felület szükséges.

A polírozott felület tisztítása organikus oldószerekkel történik. Fontos, a mintát beágyazó anyagot ne oldja, mert ez esetben szervesanyag-film keletkezhet, amely a vizsgálat közben elszenesedik. El kell kerülni, hogy a minta felületén csiszoló vagy polírozó anyag maradjon és a mintatartó anyaga kerüljön a mintára vagy a standardra.

Mivel sok olyan ásvány van, amely elektromosan nem vezet, ezek elektron bombázás alatt hajlamosak feltöltődni. Ennek elkerülésére az ilyen mintákat vékony vezetőréteggel kell ellátni, amelyet vákuumgőzölőben lehet elvégezni. E célra Au, Cu, Al, C stb. használatos. A legelterjedtebb a szénréteggel való fedés, mert átlátszóbb réteget ad, kevésbé zavarja a fényoptikai megfigyelést, kevésbé abszorbeálja az elektronokat és a röntgensugarakat. Geológiai mintákban ritkábban van szükség szén-, mint fémmeghatározásokra és a fedőréteg a minta megsértése nélkül könnyen eltávolítható. Míg azonban a szénrétegből jó vezetőképességhez kb. 200 Å vastagság szükséges, addig pl. Cu filmből 50 Å már elegendő. Ezen túlmenően, ha a minta nem vezető közegben van (tárgylemezen vagy műanyagba ágyazva) elektromos vezetést kell biztosítani a mintafelület és a fém mintatartó között egyrészt a mintaáram mérése, másrészt a hő- és töltésfelhalmozódás elvezetése miatt. Ez szén vagy ezüst emulzióval történő festéssel érhető el.

A speciális polírozási eljárás nagymértékben függ az anyag minőségétől. Ezért csaknem minden új esetben ki kell próbálni, hogy milyen csiszolóanyag, oldószer, szövet vagy papír alkalmazása a legmegfelelőbb (8).

A minták felragasztásánál vagy beágyazásánál fontos, hogy olyan anyagokat használjunk, amelyek nem adnak le illót vákuumban az elektronsugárral való bombázás közben. Ezért például vékony csiszolatok készítésénél kanadabalzsam nem alkalmazható nagy gőznyomása miatt. A fedetlen vékony csiszolatokat a normális méretnél (30 mikron) kétszer vastagabbra kell hagyni a polírozási nehézségek elkerülése céljából.

Kvalitatív elemzés

Az elektron-mikroszondás eljárások legnagyobb előnye az igen gyors kvalitatív és félkvantitatív módszerek együttese, amely sokszor szükségtelenné teszi a probléma megoldásában a pontos kvantitatív meghatározásokat. Minőségi elemzés mind statikus, mind mozgó sugárnyalábbal elvégezhető.

A kvalitatív mérésmódszerekkel az alábbi információk szerezhetők a mintáról (5. ábra):

1. Adott területen jelenlevő elemek eloszlásáról a röntgenképek adnak felvilágosítást. Egy-egy karakterisztikus sugárzás használata esetén az illető elem mennyiségére következtethetünk a területek világosságából.

2. Egy elem vonalmenti eloszlása rögzíthető a képernyőn úgy, hogy a sugárnyalábot vonal mentén mozgatjuk el. Ebből az elem viszonylagos mennyiségváltozása tűnik ki.

3. A visszavert elektronok mennyisége növekszik a rendszámmal, ezért a reflexiós elektronképen a nagy rendszámú elemekben gazdag fázisok fényesebben ragyognak (lásd 5. ábra elektronkép, galenit).

4. Mivel az elektron detektorok csak egy bizonyos térszöghatár között érzékelik a visszavert elektronokat, az ebből felépített kép a felszíni egyenetlenségeket és a topográfiát mutatja részleteiben.

5. Statikus sugárnyalábbal megállapítható az ismeretlen minta egy pontján jelenlevő valamennyi elem. Ennél a munkánál a spektrométerekkel végigmegyünk a teljes Bragg-szög tartományon és a grafikus feljegyző berendezésen (papírszalagon) megjelenő spektrum karakterisztikus csúcsait a megfelelő szögek ill. hullámhosszak ismeretében azonosítjuk az elemekkel. Az intenzitásértékekből egy-egy elem hozzávetőleges mennyiségét becsülni lehet.

A röntgenkép felbontása kis gyorsító feszültség esetén L és M vonalak mérésénél nehézelemekre nézve elérheti a 0,3 mikront is. A röntgen- és elektronképekkel bizonyos esetekben 10 000-szeres nagyítás is elérhető. A kvalitatív információk nélkül kvantitatív elemzés végzése célszerűtlen, egyrészt a probléma ismerete, másrészt annak eldöntése hiányában, hogy egyáltalán szükség van-e rá. Az elektron-, illetve a röntgenképek segítségével a statikus sugárnyaláb pontosabban állítható be a minta kiválasztott pontjára, mint a kisebb nagyítású fényoptikai rendszeren át.

Kvantitatív elemzés

Kvantitatív elektron-mikroszonda elemzés csak statikus sugárnyaláb bal végezhető el egy ponton. Ahhoz, hogy mégis vonalmenti eloszlási görbét nyerjünk, a minta automatikusan mikronméretű ugrásokkal vonalmentén mozgatható a sugárnyaláb alatt, és így a sűrűn egymás után következő pontokból egy-egy elemre nézve eloszlási diagram szerkeszthető.

A kvantitatív elemzés lényege, hogy a már ismert, de pontosan mérni kívánt elem karakterisztikus hullámhosszára, ill. Bragg-szögére állítjuk a spektrométert és a röntgensugárzás intenzitását mérjük az ismert összetételű standardon és a mintán egyaránt. A kettő arányából a koncentráció meghatározható. Valójában azonban a két intenzitás közvetlenül nem hasonlítható össze, azokat rendszerint korrekciós számításoknak kell alávetni. A mérések

tiszta elemi standardok vagy pontosan ismert összetételű homogén ásványok, ill. műtermékek felhasználásával végezhetők el (12, 15).

A *standardoknál* nagytisztaságú elem alkalmazása számos hátrányt jelenthet. Bizonytalanságok léphetnek fel a röntgen-sugár-intenzitás elméleti korrekciós formuláiban, amelyek elérhetik a jelenlevő elem mennyiségének $\pm$ 5%-át is. A korrekciós számítások során a hiba nagysága nő, ha tiszta standardot használunk akkor, amikor a mintában csak nagyon kis mennyiség van az adott elemből. Azért, hogy csökkentsük a korrekció mértékét, különösen ásványok esetében, célszerű olyan standardokat használni, amelyek összetételben és kötésmódban hasonlóak a vizsgált anyaghoz. A kvalitatív információkból hozzávetőleges képet nyerünk az elemek mennyiségéről és az ásvány valószínű meghatározása is megtörténik. Ezért lehet hasonló, előre elkészített, pontosan megelemzett homogén ásványt vagy műterméket standardként kiválasztani. Elméletileg, ha a standard és a minta közel azonos összetételű és kötéstípusú, korrekcióra nincs szükség. Ha azonban az egyezés csak megközelítő, akkor is nagy mértékben csökken a hosszadalmas számítási eljárás, és az eredmény is pontosabb.

Az elemi standardok alkalmazásának másik kritériuma, hogy bizonyos elemekből nem lehet standardot készíteni (Na, K, Ca, Cl, S stb.). Ezekből csak ásványi vagy műtermék standardok állanak rendelkezésre.

A korrekciós számítási eljárás nagymértékben csökkenthető kalibrációs görbék szerkesztésével. Ezek egy-egy ásványtípus- vagy műtermék-standardok méréseiből alakíthatók ki folyamatos összetételváltozás esetén. Minden laboratórium munka közben, az újabb igények megjelenése során igyekszik kialakítani mind teljesebb standard sorozatát, ami a munkát nagymértékben megkönnyíti (3).

Pontos mikroanalitikai elemzések elvégzéséhez a mért eredményeken *korrekciós számítási* eljárásokat kell végrehajtani (1, 2.). Sajnos a mikroszondalaboratóriumok igen sokféle korrekciós számítási módszert alkalmaznak, és az eljárásokat rendszerint nem közlik. Ez gyakran meggátolja a különböző helyeken közreadott eredmények összehasonlíthatóságát. Ezért a kvantitatív mikroszonda-elemzések közreadása esetén meg kell adni az ingadozás mértékét, a holtidőt, az alkalmazott számítási képleteket, a tömegabszorpciós együtthatók eredetét és a használt műszerre vonatkozó legfontosabb jellemzőket.

Az eredmények végleges kiszámítása során leggyakrabban alkalmazott korrekciófajták:

a) *Ingadozási korrekció.* Az elemzés során az elektronágyú izzószálának elhasználódása következtében az impulzus-számolási intenzitásban ingadozás áll be. Ennek elkerülése ill. számításba vétele céljából gyakran kell ellenőrizni a standardon az impulzus-számolási intenzitást, és a két mérés között lineáris interpolációt kell végrehajtani. Két ellenőrzés között mért értékeket ezzel kell számítani. Általában a kezdeti felfűtés után (1—2 óra) az ingadozás 1%

alatt marad. Ha ennél nagyobb, a rendszert újra kell szabályozni, és a méréseket meg kell ismételni (10.).

b) *Hullámhossz eltolódás.* Rövid hullámhosszúságú karakterisztikus röntgensugarak hullámhosszára kis mértékben hat a vegyértékállapot és a kötéstípus. A hullámhossz eltolódás elhanyagolhatóan kicsi 4 Å alatt, ami K vonalaknál 18-as rendszám felett, L vonalaknál 48-as rendszám felett következik be. 4 Å feletti hullámhossznál az elmozdulás elég nagy lehet, és csúcs-intenzitásban elérheti a 10—20%-ot is. Különösen veszélyes tényezővé válik ez az ultralágy röntgensugarak esetén.

Kiküszöbölésének három módja ismert: 1. a spektrométer igen pontos beállítása a csúcsra, 2. kísérleti korrekciós faktor alkalmazása, 3. a mintával azonos típusú standard használata.

A hullámhossz-eltolódás rendszerint nem jelent problémát, megfelelő műszerhasználattal kiküszöbölhető, de észlelése igen hasznos a vegyértékállapot és kötéstípus meghatározásában.

A röntgensugár-csúcs eltolódására hathat a szobahőmérséklet változása is, ha ez változást idéz elő a refraktáló kristály rácsméreteiben (termikus kiterjedés). Ennek elkerülésére a szobahőmérsékletet ± 2 —3 C° körülire kell állandósítani.

c) *Holt idő korrekció.* A számlálóberendezések áramköre holtidejében bekövetkező impulzusveszteség miatt szükséges figyelembe venni nagy impulzus-értékeknél. A holtidő korrekciójának az alkalmazott műszerre vonatkozó értékét a gyárak rendszerint megadják, de kísérletileg is meghatározható.

d) *Háttér-korrekció.* A számlálóberendezések nemcsak a karakterisztikus sugárzás intenzitását jegyzik fel, hanem a folyamatos spektrumét is, ezért a háttérintenzitás értékét le kell vonni. A folyamatos sugárzás intenzitására növelően hat az elektronágyú gyorsító feszültsége (keV), a sugárnyaláb-áram és a minta rendszámtartománya. A teljes háttérintenzitás értékéhez még hozzáadódnak a kozmikus sugarak, a szórt röntgensugarak és elektronok, az áramköri zaj, a minta esetleges radioaktivitása és a diffraktáló kristályban keletkező fluoreszcencia sugárzás.

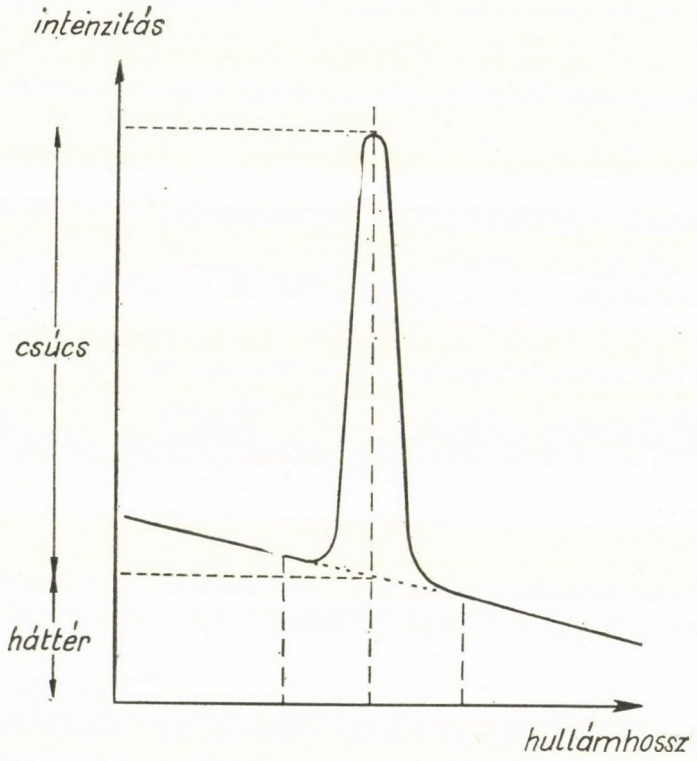
A tiszta háttérintenzitást úgy lehet megkapni, hogy a spektrométert eltoljuk a karakterisztikus csúcs mindkét oldalára és ott mérjük az intenzitásokat (6. ábra). A két intenzitás átlaga lesz az, amit a karakterisztikus csúcson mért értékből le kell vonni. A karakterisztikus csúcs kiválasztásánál szükséges, hogy az teljesen tiszta legyen. 1°-kal való spektrométer eltolás mindkét irányban rendszerint elegendő a háttér meghatározásához.

A háttérintenzitást mérni kell külön a mintán és külön a standardon is. Ha egy mintában több, mint egy ásványt elemzünk, mindegyiken végre kell hajtani ezt a mérést, kivéve, ha azok összetételben megegyeznek.

A háttérhatás a koncentrációval együtt nő. Nagyon kis koncentráció

esetén előfordulhat, hogy az nagyobb, mint a tiszta csúcs-intenzitás, ezért különös gonddal kell eljárni.

c) *Abszorpció-korrekció.* A keletkezett röntgensugarak részleges abszorpciót szenvednek a mintában, s mivel az rendszerint nem azonos mérvű a standardban és a mintában, a különbséget számítással kell kiegyenlíteni. Az elméleti tömegabszorpciós koefficiens (f(x)) funkciójának ismerete a különböző elemekre és gyorsító feszültségekre alapvető a számításban (13).



6. ábra.

A tömegabszorpciós faktorra befolyással van a mintafelszín és a távozó röntgensugarak által bezárt szög. Ez 75°-nál 1,04, 40°-nál 1,55, míg 20°-nál már 3,78. Ezért fontos, hogy különösen földtani területen, ahol viszonylag könnyű elemek vannak jelen és ezért az abszorpciós korrekció nagy, lehetőleg minél nagyobb szögértékkel rendelkező műszert alkalmazzunk.

Az abszorpcióra növelően hat ezenkívül a csökkenő rendszám, a növekvő gyorsítófeszültség a nagyobb behatolási mélység miatt.

f) *Fluoreszcencia-korrekció.* A másodlagos fluoreszcencia néven is ismert jelenség pozitív irányban befolyásolja a mérési eredményeket. Néha ui. a

karakterisztikus sugárzás egy része abból a fluoreszcenciából áll, amelyet más elemek karakterisztikus vonalai váltanak ki. Ez csak akkor fordul elő, ha a spektrum tartalmaz olyan vonalakat, amelyeknek kvantumenergiája nagyobb, mint az elemzett elem kritikus gerjesztési potenciálja.

Ha a méréshez K sugárzást használunk, fluoreszcenciát válthat ki más elem K sugárzása (K-K fluoreszcencia), vagy L sugárzása (L-K fluoreszcencia). Ha L sugárzást használunk, akkor L-L vagy K-L fluoreszcencia fordulhat elő. A fluoreszcencia-sugárzás képződésének energia kritériuma nemcsak kvantumenergia alapon határozható meg, hanem a rendszám alapján is. Egy adott elemre nézve fluoreszcencia léphet fel azáltal a sugárzás által, amely egy olyan más elemből származik, amelynek rendszáma nagyobb vagy egyenlő egy kritikus számnál. Ezeket a kritikus számokat táblázatok foglalják össze. Ezekből a táblázatokból könnyen meghatározható, hogy az adott esetben lehetséges-e másodlagos fluoreszcencia.

A legközönségesebb fluoreszcencia típus a K-K fluoreszcencia, ahol a korrekció akkor a legnagyobb, amikor a fluoreszcenciát okozó elem rendszáma közel áll az elemzendő eleméhez és koncentrációja nagy. Nagyon kicsi viszont a korrekció könnyű elemek esetében (Na, Mg, Al), ahol csaknem elhanyagolható. A fluoreszcencia korrekció-mértékének meghatározására gyors módszer is van. Ha e gyors eljárással kapott eredmény nem lépi túl a pontossági határt, a hosszadalmas korrekciós eljárást nem kell alkalmazni (2, 5, 14, 17.).

Ásvány-kőzettani vizsgálatok esetén sokszor problémát okoz az igen kis zárványok, vagy vékony szételegyedési lemezek vizsgálata változó összetételű alapanyagban. Itt rendszerint a fázishatáron éles koncentráció-lejtők lépnek fel. Ezek esetében a diffúziós és szemcsehatár-jelenségek miatt veszélyes analitikai hibák fordulhatnak elő a másodlagos fluoreszcencia hatások miatt.

Másodlagos fluoreszcenciát nemcsak a karakterisztikus, hanem a folyamatos röntgensugárzás is kiválthat. Ennek értelmezése nehéz, mert nem egy specifikus hullámhossztól ered, hanem széles hullámhossz-tartományt magába záró röntgensugárzásból. Figyelembevételére több korrekciós eljárás ismert. Ennek ellenére ma még nem áll rendelkezésre megfelelő elméleti megoldás, ezért ezt a korrekciót rendszerint elhanyagolják. Mivel a folyamatos sugárzás megközelítőleg arányos a rendszámmal, e korrekció valóban elhanyagolható akkor, ha a minta és standard megközelítőleg azonos.

g) *Rendszám-korrekció.* A minta és a standard rendszámtartományában jelentkező különbség miatt a visszevert elektronok mennyiségében, az elektronok lassulásában és a röntgensugárgerjesztés teljesítményében különbség mutatkozik, amit ki kell egyenlíteni.

E korrekció nélkül nehéz elemek mérésekor könnyű elemekből álló alapanyagban túl kis értéket kapunk, míg könnyű elemeket mérve nehéz elemekből álló alapanyagban túl nagyokat (5).

Alkalmazási területek

E roncsolásmentes, nagyon kis térfogatok érzékeny vizsgálatára kialakított módszer napjainkban válik a legtöbb tudomány területén kiforrott, több esetben nélkülözhetetlen eljárássá. Eltekintve itt a kohászati, biológiai, orvostudományi, érc- és ásványelőkészítési, bányászati és építőanyagipari alkalmazási területekből, csak a földtudományok területén elért eddigi eredmények áttekintésére szorítkozhatunk.

Az utóbbi időben e téren több összefoglaló munka jelent meg, amelyek közül hármat külön ki kell hangsúlyozni HEINRICH, K. F. J. (9), KEIL K. (10) és J. V. P. LONG (18) tollából.

1. *Új ásványok* elemzése és leírása. A műszer segítségével ezideig több, mint 30 új ásványt fedeztek fel.

2. *Ismert ásványok kémiai elemzése.* A vizsgálati módszer mind szélesebbkörű elterjedése folytán az e témakörbe vágó munkák ismertetése megoldhatatlan feladat. Csaknem minden szerző, akinek lehetősége van ilyen mérések végzésére, kutatásai során felhasználja a módszert mélyebb összefüggések kiderítésére.

3. *Zónás ásványok* vizsgálata. Az elektron-mikroszondával végzett igen kis térfogatok elemezhetősége és a vonalmenti eloszlások mérési lehetőségei lehetővé teszik, hogy az ásványokon belül a zónásságot kimutathassuk még olyan esetekben is, amikor az ásvány semmiféle optikai jellegével nem mutat arra.

Néhány példa ilyen típusú vizsgálatokra: a kassziterit világos zónái tiszta SnO_2-ből állanak, míg a sötétek Ti, Fe és Ta tartalmúak. A zónás turmalin belső kék magja Fe-ben gazdagabb, mint a barnás peremi rész. Tiszta és homályos zirkon a Zr, Hf és U eloszlásban különbözik. Lamprofirban található csillám zónássága a Cr és Mg magban, míg a Ba, Mn, Fe, Ti és Ca peremen történő dúsulásának köszönhető. Magyar viszonylatban a börzsönyi zónás plagioklászok egyes öveinek összetételmeghatározása járt sikerrel.

4. *Szételegyedési lemezesség* vizsgálata. Az elektron-mikroszondák megjelenéséig a rendszerint igen vékony szételegyedési lemezek kémiai elemzése a preparációs nehézségek miatt megoldhatatlan feladat volt.

E módszerrel kimutattak például klinohipersztén lemezeket Ca-gazdag klinopiroxénben, hematit és titanomagnetit lemezeket ilmenitben, gahnit és hematit lemezeket franklinitben, orientált troilit lemezeket Fe—Mg-alabanditban, és ilmenit szételegyedéses magnetitet a Börzsöny hegységben.

5. *Diffúziós és szemcsehatár-jelenségek* vizsgálata. E jelenségek általában igen fontosak kőzetekben, mégis mindmáig csak meteoritekben vizsgálták azokat. A fő eredmények a vasmeteoritek WIDMANSTÄTTEN szerkezeteinek értelmezésében, a fázishatárokon levő koncentráció-lejtők kimutatásában mutatkoztak meg. Egyes esetekben a diffúziós jelenségekből a lehűlés mér-

tékére is lehetett következtetni, ami vasmeteoriteknél 1—10 C°/millió évnek adódott.

6. *Ásványok lumineszcenciás jellegei*nek vizsgálata. Nagy energiájú elektronokkal történő bombázás közben sok ásvány látható fénytartományba eső lumineszcenciás jelenségeket mutat. Mivel a mikroszondákban a minta mikroszkóppal figyelhető a bombázás ideje alatt, a jelenség sok hasznos információt nyújthat, és mivel a műszer helybeni elemzésre alkalmas, meghatározható, hogy egy-egy lumineszcencia-jelenség mely elemnek köszönhető. A lumineszcenciás vizsgálatok a következő eredményeket adhatják:

a) fázisok gyors elkülönítése,

b) genetikai jelentőségű szerkezeti és összetételbeli változások azonnali felismerése,

c) a lumineszcencia-szín és az ásvány-szín kapcsolata utalhat nyomelemnyi elemeloszlási változásokra.

A gyakorlatban például a kondritban levő ensztatit fényes vörös lumineszcenciát mutat, ha néhány 100 ppm Mn-t tartalmaz, de ha Mn-mentes, e szín fényes kék. Ugyanakkor a plagioklász kék, az oldhamit sárga, a szabad tiszta SiO_2 narancs, míg a sionit zöld lumineszcenciát ad. Kalcit esetében, ha az 0,13% Mn és 0,2% Fe-t tartalmaz, a lumineszcenciás szín narancsvörös, de a vele együtt előforduló 0,07—0,02% Mn és 0,8% Fe tartalmú dolomité gyenge kék.

Érdekes, hogy a törmelékes és másodlagos eredetű kvarc lumineszcenciás színében különbözik egymástól. Kőzetekben a szerves anyag vagy fosszília maradvány láthatóvá válik. A komplikált összenövések, kis zárványok és sugárzási udvarok azonosíthatók lumineszcencia jelenségek alapján.

7. *Együtt előforduló ásványok összetételé*nek meghatározása. A kőzettani munkákban gyakran szükséges a keletkezési körülmények tisztázásához, hogy egyes együtt előforduló ásványcsoportok tagjait külön-külön is megelemezhessük. Ennek eddig lényeges akadálya az összenőtt, átnőtt, bonyolult kölcsön-kapcsolatban levő ásványok mechanikus szétválasztási nehézsége volt.

Ilyen vizsgálatok történtek a kőmeteoritek sötét és világos szerkezeti részében található olivin-piroxén együttesekből, a vasmeteoritek polimineralikus részeiből, hipersztént burkoló klinopiroxénekből stb.

8. *Egyedi ásványszemcsék geokémiája.* Az eddigi gyakorlatban alkalmazott elemzési eljárások nem alkalmasak arra, hogy az ásványszemcsén belül vizsgáljuk az elemek eloszlását, azok geokémiai viselkedését. Bár e terület igen széles perspektívát nyújt, ez ideig kevés irodalmi adat vonatkozik ide.

9. *Átlagelemzés.* A vizsgálat elvéből kifolyólag e módszer nem alkalmas heterogén rendszerek átlagelemzésére. Van azonban lehetőség arra, hogy átlagelemzést végezzünk, ha szükséges, ennek a következő módjai vannak:

a) Nagyszámú különböző ponton végzett mérések átlagolása.

b) Mivel a sugárnyaláb rendszerint kb. 400 mikron nagyságig nyitható, ilyen méretű terület átlagelemzése elvégezhető.

c) Porított, jól homogenizált anyagból próbatest préselhető, amelynek megfelelő előkészítése után nagyobb méretű sugárnyalábbal az átlagelemzés elvégezhető.

d) A porított mintát többször újraolvasztva, abból üveges, homogén elemeloszlású próbatest készíthető, amely átlagelemzésre alkalmas lehet.

10. *Kőzetek ásványok összetételé*nek meghatározása. Vékony- és érccsiszolatok esetében egy-egy ásvány mennyiségének meghatározása általában kielégítő integrációs asztallal vagy pontszámlálóval. Vannak azonban esetek, amikor az ásványok fényoptikai jellegeik alapján nem különíthetők el, mert vagy igen finom összenövések formájában, vagy nagyon kis szemcsék alakjában vannak jelen, vagy két ásvány jellegei olyan közel állnak, hogy mérés közben azok szétválasztása nehézségeket okoz. Ezekben az esetekben egy-egy jellemző elem és annak mennyisége szolgál alapul a méréshez, illetve annak meghatározására, hogy a mért pont melyik ásványhoz tartozik a hálós kimérés során.

11. *Rácsparaméter meghatározás.* Elvileg az elektron mikroszondával kristály-rácsszerkezeti meghatározások is végezhetők. Az eljárás lényege az, hogy a mintára érkező elektron-sugárnyaláb karakterisztikus röntgensugárzást vált ki, amely sugarak diffrakciót szenvednek a kristályban. Ha egy filmet helyezünk pontos távolságra a röntgensugarak útjába, azon mikrodiffrakciós nyomokat, vonalakat észlelünk, amelyek szerencsés esetben alkalmasak rácsszerkezeti meghatározásokra. Az eljárást KOSSEL-technikának nevezzük.

Eddig kizárólag szabályos kristályok rácsparamétereinek meghatározására alkalmazták sikeresen, sőt rendszerint csak orientált kristályok esetében. Ásványtani munkában eddig nem alkalmazták.

12. *Laboratóriumi kísérleti eredmények értékelése.* A módszer igen hasznos különböző laboratóriumi vizsgálatok során kapott termékek vizsgálatára és a végbement jelenségek értelmezésére. Gyakran alkalmazzák ásványok termikus lebontásának vizsgálatához és erre a célra ma már fűthető mintatartók is rendelkezésre állnak.

Nagy nyomáson és hőmérsékleten mesterségesen létrehozott termékek és átalakulási folyamatok vizsgálatánál kiválóan alkalmas nemcsak az előállított kis szemcsék, hanem az igen kis mennyiségű anyagok miatt is. Ezeken az anyagokon rendszerint többféle vizsgálatot kell végrehajtani és ez az eljárás lehetővé teszi, hogy az anyagot vizsgálat után más célra felhasználjuk. Továbbá felbecsülhetetlen előny, hogy az elemeloszlásról, az elemmigrációról, a diffúziós jelenségekről olyan adatokat kaphatunk, amelyek összefüggéseiben mutatják a végbement jelenségeket.

IRODALOM

1. Birks, L. S.: J. Appl. Phys., **31,** 1297, 1960. 2. Birks, L. S.: J. Appl. Phys., 32, 387. 1961. 3. Birks, L. S.: Electron probe microanalysis. Interscience Pub. New York—London, 1963. 4. Borovszkij, I. B.: Akad. Nauk. SzSzSzr, Szbornik problemü metallurgii, 135, 1953. 5. Castaing, R.: Applications des Sondes Électroniques à une Methode d'analyse Ponctuelle Chimique et Cristallographique. Thesis, Univ. of Paris, 1951. 6. Cosslett, V. E.; Duncumb, P.: Nature, 177, 1172, 1956. 7. Heinrich, K. F. J.: Bibliograpy on electron probe microanalysis and related subjects. Wilmington. Del. E. I. du pont de Nemours Co. Inc., 1963. 8. Keil, K.: Fortschr. Miner., **44,** 4, 1967. 9. Kiley, W. R.; Dunne, J. A.: X-ray detectors. ASTM Spec. Pub., 349, 24, 1963. 10. Philibert, J.: J. Inst. Meet., **90,** 241, 1961—62. 11. Philibert, J.: A method for calculating the absorption correction in electron probe microanalysis. Proc. Third Int. Symp. X-ray Optics and X-ray Microanal. Stanford, 1962. Academic Press, 379, 1963. 12. Reed, S. J. B.: Brit. J. Appl. Phys., **16,** 913, 1965. 13. Theisen, R.: Quantitative electron microprobe analysis. Springer-Verlag, 1965. 14. Wittry, D. B.: Proc. Eighth Ann. Conf. Appl. X-ray Anal. Denver, 1959. Plenum Press., **3,** 185, 1960. 15. Wittry, D. B.: Methods of quantitative electron probe analysis. Proc. Twelfth Ann. Conf. Appl. X-ray Anal. Denver, 1963. Plenum Press 7, 395, 1964. 16. Zussman, J.: Physical methods in determinative mineralogy. London—New York. Academic Press, Chapter 5. Electron Probe Microanalysis (J. V. P. Long), 215, 1965.

A MIKROBÁK GEOKÉMIAI SZEREPE
I. A KÉN GEOMIKROBIOLÓGIÁJA*

SZOLNOKI JÁNOS
A BIOLÓGIAI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Noha a kén csak a 13. legelterjedtebb elem a földkéreg felső 10 km-ében (RANKAMA és SAHAMA 1949), a 10 legelterjedtebb elem között van a biológiai anyagokban, minthogy mind organikus, mind anorganikus formában esszenciális valamennyi élő organizmus számára. A tengerekben a 6. leggyakoribb elem, ahol is az összes oldott anyagnak 1,56%-át teszi ki (SVERDRUP et al., 1942). Szerepe a geokémiai folyamatokban, a fizikokémiai feltételek kialakításában, a biológiai aktivitásban sokkal jelentősebb, mint az gyakorisága alapján várható volna. Ennek oka az a nagy variabilitás, mely az oxidációs állapottól függően a szulfidoktól a szulfátokig egész sor változatos kombináció létrehozására képes, és oxigénnel, hidrogénnel vagy más elemekkel erős savakat vagy redukáló ágenseket alkot. A kénnek hidro- és litoszférabeli átalakulásában és körforgalmában a tisztán fizikai és kémiai tényezőkön kívül nagy szerepet játszanak az élő szervezetek, elsősorban a mikroorganizmusok, melyek közül néhány egészen extrém körülmények között is fejlődni és a biokémiai reakciókat katalizálni képes.

A magmában és a magmás kőzetekben a kén elsődlegesen valószínűleg szulfid formában van jelen, míg a hidroszférában és a bioszférában a kén domináns formája általában a szulfát. Bár az organizmusok testében található összes kénmennyiség jelentéktelenül kevés — évente csupán kb. $2{,}4 \times 10^8$ t kén lép be organikus vegyületekbe (ZOBELL 1963) — összehasonlítva a hidroszférában oldott (kb. 12×10^{14} t) és a geológiai idők során képződött üledékes kőzetekben levő (kb. 15×10^{14} t) kén mennyiségével (HUTCHINSON 1957, SVERDRUP et al., 1942, MASON 1958), téves volna ezekből az adatokból olyan következtetést levonni, mintha a hidroszférában és az üledékekben levő szulfát kén teljes mennyisége csak néhány millió év alatt venne részt az organikus ciklusban. *A baktériumok biokémiai aktivitása tömegükhöz képest rendkívül nagy*, a környezeti feltételektől függően erősen eltérő, az egyes biotopokban együtt élő mikroba fajok egymás produktumait, anyagcsere termékeit

* A cikkhez tartozó részletes irodalomjegyzék szerkesztőségünkben az érdeklődők számára hozzáférhető.

képesek felhasználni és átalakítani. BAAS—BECKING (1925) szerint szulfuretákban egy kénatom évente számos ízben mehet át a cikluson mikroorganizmusok segítségével.

Egyszerű kísérlettel érdekesen szemléltethető a metabiozis folyamata: ha egy üveghengerbe tengervizet, szervesanyagtartalmú iszapot és őrölt mészkövet teszünk, akkor egy idő múlva mikrobiológiai hatásra a fermentációs termékek annyira elszaporodnak, hogy a redoxpotenviál erősen lecsökken, és kedvező viszonyok lépnek fel a szulfátredukáló mikrobák kifejlődéséhez. Ekkor megindul a szulfátok redukciója, vasszulfidok képződnek, és kénhidrogén keletkezik. A folyadék felszínéhez közel zavaros zóna alakul ki, mely kolloidális ként tartalmaz. Itt bizonyos kénbaktériumok szaporodnak el, amelyek a szulfátredukálók által termelt kénhidrogént elemi kénné oxidálják. Az oldat felszínén, ahol a redoxpotenciál a legmagasabb, azok a baktériumok szaporodnak el, amelyek az elemi ként szulfátokká oxidálják. Ha a üledékben levő vasszulfidot víz jelenlétében levegővel hozzuk össze, az először ferroszulfáttá alakul, azután mikrobiológiai oxidációval ferriszulfát képződik, majd vashidroxid válik ki, és kénsav keletkezik. Ezzel az egyszerű kísérlettel szemléltetni lehet a kén mikrobiológiai körforgalmának azokat a fontosabb geokémiai folyamatait, amelyek a litoszférában és a hidroszféra mélyebb rétegeiben végbemennek.

Az említett szulfátredukálókon és kemoautotrof kénbaktériumokon kívül a kén körforgalmában egyéb mikroorganizmusok is részt vesznek. Ezek azonban részben fotoautotrofok, fényenergiára van szükségük, tehát a mélyebb rétegekben nem tudnak tevékenykedni, részben pedig geokémiai szerepük nem jelentős, vagy még nem kellően tisztázott, így ezekkel a jelen tanulmányban nem foglalkozunk.

Azoknak a mikrobáknak a szerepét pedig, amelyek közvetve a növényi és állati eredetű szerves anyagok bontása során vesznek részt a kén körforgalmában, egy következő munkában tárgyaljuk részletesen.

Az 1. ábrán a kén biogeokémiai körforgalmának vázlatos menetét mutatjuk be (IVANOV 1964 nyomán). A szulfátoknak szulfidokká történő redukciója anaerob folyamat, melyet a *Desulfovibrio* genushoz tartozó szulfátredukáló baktériumok katalizálnak, míg a szulfidoknak elemi kénné és szulfátokká történő oxidációja aerob módon és a *Thiobacillus* genushoz tartozó kemoautotrof kénbaktériumok tevékenységének eredménye (STARKEY 1966, VITOLINS és SWABY 1967).

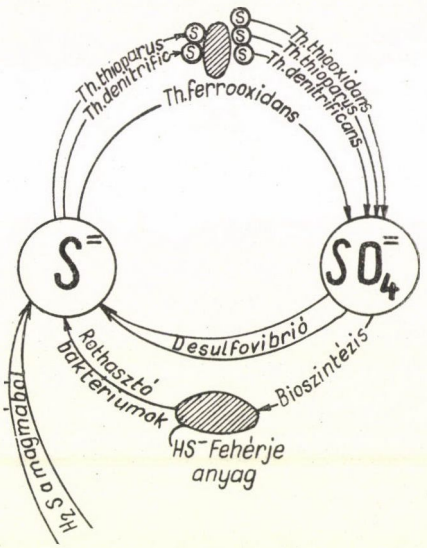
Mielőtt valamely geokémiai folyamat feltételezett biológiai jellegével kapcsolatban állást foglalnánk, néhány alapvető kérdést kell tisztáznunk. Ezek:

1. Ismernünk kell a kérdéses mikroszervezetek morfológiai és fiziológiai jellemzőit, azokat a feltételeket, amelyek mellett egyáltalában életképesek, valamint azokat a körülményeket, amelyek tevékenységüket befolyásolják.

2. Meg kell vizsgálnunk, hogy a litoszférában és a hidroszférában a kérdéses miliőben biztosítottak-e az életfeltételek a mikroorganizmusok számára. Ezek közül a legfontosabbak: pH, Eh, hőmérséklet, hidrosztatikus nyomás, az oldat sókoncentrációja, szerves anyagok jelenléte, behatolási és mozgási lehetőség.

3. Vizsgálat tárgyává kell tennünk a baktériumok tényleges előfordulását és virulenciáját a tanulmányozott környezetben.

4. Ki kell mutatnunk a baktériumok tevékenységének nyomait, a biológiai aktivitás produktumait.



1. ábra.

A tanulmányozott geokémiai folyamatok csak abban az esetben minősíthetők kétségbevonhatatlanul biológiai jellegűeknek, ha a felsorolt feltételeket kielégítik (KUZNYECOV 1961). A kén geomikrobiológiai körforgalmát a továbbiakban ennek megfelelően fogjuk tárgyalni.

A folyamatban résztvevő baktériumok

A szulfátokat redukáló *Desulfovibrio* genus tagja közül biokémiai hatás szempontjából a *D. desulfuricans* és a *D. aestuarii* a legfontosabb. Mindkettő enyhén görbül, pálcika formájú, 0,5—1,0 μ vastag és 1,0—5,0 μ hosszú. Flagellummal rendelkeznek, igen élénk aktív mozgásra képesek. Lényeges különbség köztük, hogy az első édesvízi forma, a második pedig magasabb sókoncentrációjú környezetben (tengervíz, kőolaj rétegvíz stb.) fordul elő.

Szigorúan anaerobok, a légköri oxigén mérgezően hat rájuk. Heterotrofok, életműködésükhöz szerves anyagot igényelnek. Az organikus anya-

gok rendkívül széles skáláját tudják hasznosítani mint hidrogén donort, az aminosavaktól kezdve az alkoholokon, organikus savakon, szénhidrátokon keresztül a szénült növényi maradványokig és a kőolajig. A hidrogént is képesek oxidálni.

Kénhidrogénné redukálják a szulfátokat, szulfitokat, tioszulfátokat és hiposzulfitokat (BREED 1957, SKERMAN 1959).

Semleges közeli vagy inkább lúgos miliőben élnek, pH tartományuk 5,5—10,0 között van (KUZNYECOVA 1965).

Életképességük és biokémiai aktivitásuk a következő feltételektől függ: a) a szemcsék közötti térnek az üledékekben nagyobbnak kell lennie, mint a baktériumok méretei, b) szulfátnak és szabad víznek kell jelen lennie, c) legalább nyomokban foszfát, kalcium, magnézium, kálium, vas és felvehető nitrogén szükséges, d) oxidálható karbon vegyület vagy szabad hidrogén kell, hogy jelen legyen, e) anaerob feltételek elengedhetetlenek, f) a közeg pH-ja semleges körüli vagy inkább lúgos legyen, g) toxikus anyagoknak (pl. nehézfémek) nem szabad jelen lenniük bakteriosztatikus koncentrációban, h) a hőmérsékleti maximum általában 40—45 C°, egyes esetekben (pl. kőolajkutak) 85 C°; a hidrosztatikus nyomás fokozza a baktériumok hőmérsékleti toleranciáját (ZOBELL 1963).

Ekológiai szempontból a szulfátredukáló baktériumok nagyon változatosak. Toleransok a legszélesebb klimatikus eltérésekkel szemben (ZOBELL 1958), különböző törzseket tenyésztettek ki olyan vizes oldatokból, melyeknek sótartalma csaknem 30%-ig terjed. Élő szulfátredukálókat izoláltak a tenger fenekéről 10 000 m mélységből vagy többezer méter mély kőolajkutakból is.

A szulfátok nagyon stabilisak, energia felhasználása nélkül nem adják le oxigénjüket, és nem alakulnak át szabad kénné vagy más redukált kénvegyületté. A növények, melyek kénigényük kielégítésére a szulfátokat redukálják, az ehhez szükséges energiát a szoláris radiációból fedezik. A szulfátredukáló baktériumok organikus vegyületeket vagy molekuláris hidrogént oxidálnak azért, hogy energiát nyerjenek (POSTGATE 1965, NICHOLAS 1967).

A biológiai szulfátredukció geokémiai vonatkozásban különösen két szempontból lehet figyelemre méltó. Az egyik a hidrogén oxidációja olyan miliőben, ahol egyéb energiaforrás nem áll rendelkezésükre, és ahol a hidrogén gyors oxidációja a szulfátredukálók által *magyarázatul szolgálhat egyes természetes gázok viszonylagos hidrogénszegénységére.*

A másik fontos szempont *a szulfátok fosszilis oxigénjének felvehetővé tétele* az organikus anyag anaerob oxidációja vagy mineralizációja számára. Feltevések szerint *a tengerben levő oxigén aktuális mennyiségét a szulfátredukáló baktériumok aktivitása jelentősen befolyásolja* (REDFIELD 1958). A stagnáló vízmedencékben az iszap-víz határon, a récens üledékekben és egyes üledékes kőzetekben, ahol az organikus anyag anaerob dekompozíciónak van alávetve

bizonyos biokémiai oxigénigény lép fel, amely 1 g organikus növényi vagy állati maradványra nézve mintegy 1,5 g szulfátot igényel, és amely jórészt éppen a szulfátredukáló mikrobák tevékenysége révén nyer kielégítést. Oxigén-mobilizácló tevékenységük fontossága méginkább kitűnik, ha figyelembe vesszük, hogy *a Föld összes oxigénmennyiségének több mint 99,9%-a mineralizált formában, főleg mint szilikátok, oxidok, szulfátok és karbonátok van jelen*, a hidroszférában az oxigénnek csak 0,0006%-a található, és csupán 0,000 000,5 % a molekuláris oxigén. A szulfátok — a karbonátok és a széndioxid után — valószínűleg a következő legnagyobb tartalékát képviselik a potenciálisan felvehető oxigénnek. A tengervízben oldott és az üledékekben levő szulfátok foszfátok fosszilis oxigénmennyisége kb. 50×10^{14} t, míg az atmoszférában levő és a hidroszférában oldott állapotban előforduló összes szabad oxigén mennyisége mintegy 12×10^{14} t. Ezekből az adatokból szembeszökően kitűnik a szulfátok oxigénjét mobilizáló baktériumok óriási jelentősége a szerves anyagok anaerob oxidációjakor fellépő biológiai oxigénigény kielégítése szempontjából (ZoBell 1961, 1963).

Azok a baktériumok, amelyek a kén biogeokémiai körforgalmának másik felében vesznek részt, melyek tehát a szulfidoknak, elemi kénnek és egyéb redukált kénvegyületeknek az oxidációját katalizálják, a *Thiobacillus* genushoz tartoznak. Közülük legfontosabbak a *Th. thioparus*, a *Th. thiooxidans*, a *Th. ferrooxidans* és a *Th. denitrificans*. Rövid pálcikák, vastagságuk kb. 0,5 μ, és 1,0—1,5 μ hosszúak. Szigorúan aerobok, molekuláris oxigénre van szükségük (amely azonban vízben oldott formában is jelen lehet), kivéve a *Th. denitrificanst*, amely nitrát jelenlétében anaerob körülmények között is képes fejlődni. Valamennyien autotrofok, karbonforrásul széndioxidot, karbonátokat, vagy bikarbonátokat képesek felhasználni. Az energiát a redukált kénvegyületek oxidációjából nyerik, miközben ezeket a vegyületeket szulfátokká oxidálják (Alexander 1961, Freney 1967).

A *Th. thioparus* pH határa 9,0—4,5 között van. A redukált kénvegyületeket előbb elemi kénné, majd ezt tovább szulfáttá oxidálja. Oxigénigénye lényegesen kisebb, mint a két savtűrő fajé *(Th. thiooxidans* és *Th. ferrooxidans)*.

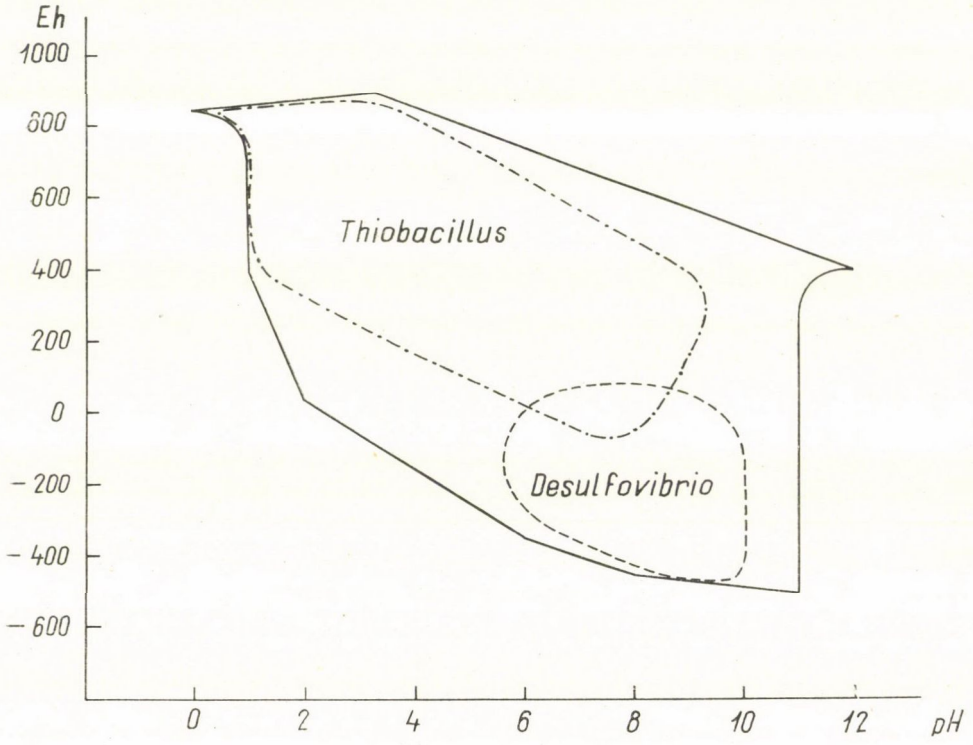
A *Th. thiooxidans* az elemi ként képes kénsavvá oxidálni, 6,0-tól 0,6 pH között képes élni. Felső hőmérsékleti határ kb. 55 C°.

A *Th. ferrooxidans* fémszulfidokat képes oxidálni. A ferrovasat savas közegben ferrivé oxidálja. A pH határai 6,0—2,0.

A *Th. denitrificans* szulfáttá oxidálja a szulfidot, tioszulfátot, elemi ként és ditionátot. Optimális pH: semleges vagy gyengén alkalikus (Breed et al., 1957, Vishniac és Santer 1957, Szokolova és Karavajko 1964, Ljalikova 1968).

A felsorolt mikroorganizmusok legtöbbjének van egy biológiai szempontból rendkívül érdekes, közös sajátsága, nevezetesen az, hogy *extrém módon*

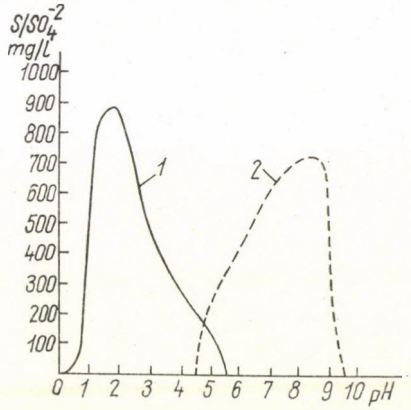
toleránsak a saját anyagcseretermékeikkel szemben. Így a szulfátredukálók 3100 mg/l, sőt még ennél nagyobb kénhidrogén koncentráció mellett is képesek élni; a *Th. thiooxidans* savtűrése kénsavra nézve példátlan az élővilágban; a *Th. ferrooxidans* pedig rendkívül tolerans a nehézfém-sókkal szemben, amelyek pedig közismerten rendkívül toxikus anyagok. ZIMMERLEY ET AL. (1958) beszámolnak arról, hogy a *Th. ferrooxidans* 17 g/l cinket és 12 g/l rezet visel el oldott állapotban a tápoldatban. Saját vizsgálataink szerint ez a baktérium még akkor is képes volt a ferrovasat ferrivé oxidálni, amikor a vas koncentrációja a közegben 70 g/l volt.



2. ábra.

Annak a miliőnek a szempontjából, amelyben az említett baktériumok élni tudnak, nagyon jellemzően a pH és az Eh viszonyok. A 2. ábrán BAAS—BECKING et al. (1960.) nyomán feltüntettük az élet eddig ismeretes határait a hidrogénion koncentráció és a redoxpotenciál függvényében, és ezen belül a két mikrobacsoport, a *Desulfovibrio* és a *Thiobacillus* elhelyezkedését. Ha a kemoautotrof kénbaktériumok területét kb. a pH 5,0—5,5 táján egy képzeletbeli függőleges vonallal kettéosztjuk, akkor további szétválasztásra van lehetőség. Ettől a vonaltól balra, tehát a magasabb Eh és az alacsonyabb pH

értékek felé eső rész a *Th. thiooxidans* és a *Th. ferrooxidans* területe, a vonaltól jobbra pedig a *Th. thioparus* és a *Th. denitrificans* területe helyezkedik el. Az ábrából világosan kitűnik az egész kénkörforgalom folyamatossága. A szulfátokat (oldatok, gipsz, anhidrit stb.) lúgos miliőben, anaerob viszonyok mellett (és oxidálható szervesanyagok jelenlétében) a *Desulfovibrio* kénhidrogénné redukálja. Ennek egy része a jelenlevő fémekkel fémszulfidokat alkot, más részét a *Th. thioparus* még mindig lúgos vagy csak enyhén savanyú közegben, viszonylag alacsony Eh mellett elemi kénné, majd tovább szulfáttá (kénsav) oxidálja mindaddig, amíg a közeg a *Th. thioparus* számára alsó határt jelentő értékig le nem csökken. Ettől kezdve az elemi kénnek kénsavvá történő oxidációját a *Th. thiooxidans* veszi át.



3. ábra.

A 3. ábrán (Szokolova és Karavajko 1964 nyomán) a *Th. thioparus* (pH 4,5—9,5) és a Th. thiooxidans (pH 0,5—5,5) működési területeit tüntettük fel a pH és a biológiai oxidáció során képződött szulfát kén mennyiségének összefüggésében. A képződött kénsav a közeget megsavanyítja, a környezettel reakcióba lép, szulfátok keletkeznek (pl. mészkőből gipsz vagy anhidrit), és megteremti a kedvező savas miliőt a fémszulfidokat oxidáló baktériumok *(Th. ferrooxidans)* számára. Ezek a szulfidércek oxidációja során vízben oldható fém-szulfátokat képeznek, melyek a szivárgó vízzel migrálni tudnak, és ha a *Desulfovibrio* működési területére kerülnek, kedvező feltételek mellett lokálisan felhalmozódhatnak üledékes érctelepeket alkotva (Perelman 1965). Ezek a biogeokémiai folyamatok a természetben gyakorlatilag mindenütt végbemehetnek, ahol a fundamentális anyagok (szulfát, szulfid, elemi kén) jelen vannak, és az egyéb feltételek biztosítottak. *A folyamatok irányát, illetve az azokat katalizáló baktériumok dominanciáját a reakciókban részvevő szubsztrátumokon kívül elsősorban a közeg pH és Eh viszonyai és a szerves anyag jelenléte szabja meg* (Temple 1964).

A baktériumok életfeltételei a hidro- és litoszférában

Élő baktériumokat izoláltak tengervízből, több mint 10 km mélységből (ZoBell és Morita 1957, 1959), kőolaj rétegvízből és kőzetből pedig több mint 4 km mélységből (Kriss 1959, Rübakova 1957, Kuznyecov et al. 1962). Ilyen mélységekben a földfelszíntől annyira eltérő nyomás, hőmérséklet és egyéb extrém viszonyok uralkodnak, hogy a kutatók egy része kételkedett abban, hogy ezekben a mélységekben valóban élhetnek mikrobák, az eredményeket metodikai hibáknak, vagy jobb esetben a baktériumok előfordulását a felszínről történt fertőzésnek tekintették.

Így Andrejev (1955) tagadja a reliktum formák létezését, és azt sem tartja lehetségesnek, hogy a baktériumok a felszínről a szivárgó vízzel képesek lennének behatolni a mélyebb rétegekbe. Andrejev felteszi (Szulin 1948 alapján), hogy a felszíni víznek a mélységbe való szivárgása átlagosan havonta 5 m. Ezek szerint 1500 m mélybe való lehatoláshoz 25 év volna szükséges, azaz olyan hosszú időtartam, amennyi alatt a baktériumoknak organikus anyag hiányában el kellene pusztulniuk.

Ezenfelül a mélyebb rétegekben a nyomás és a hőmérséklet is olyan nagy lehet, amelyet — a klasszikus biológia és biokémia tanítása szerint — élő szervezet már nem képes elviselni. Tudjuk, hogy a fehérjeanyag — általában — már 70—75 C°-on denaturálódik, koagulál (ezen alapszik a pasztőrözés) és csak kivételesen fordul elő olyan élő szervezet, amely ennél magasabb hőmérsékletet tartósan el tud viselni.

Ezzel szemben tény, hogy a rétegvizek rendszerint meglehetősen sok élő mikroorganizmust tartalmaznak (számszerű adatokat l. lejjebb), amelyek ilyen mennyiségben semmi esetre sem kerülhettek be a fúróiszappal vagy egyéb közvetlen szennyezéssel. A vízminták mikrobiológiai analízise sok esetben rögtön a termelőcső bevezetése után történt, tehát a fúrás során esetleg bejutott baktériumoknak idejük sem volt az elszaporodáshoz. Ezenkívül teljesen valószínűtlen és a kísérleteknek ellentmondó volna az a feltételezés, hogy a földfelszínről hirtelenül a mélybe — tehát rendkívül eltérő hőmérsékleti, nyomás- és tápanyagviszonyok közé — kerülő mikrobák ott egyáltalán élni vagy netán még szaporodni is képesek volnának (Beerstecher 1954, Tauszon 1932, Fehér et al. 1955, Davis 1967).

Viszont a felszíni mikroflorának a mélyebb rétegekbe való lehatolása a szivárgó felszíni vízzel együtt lehetséges és nagyon valószínű. A repedések és a vízvezető rétegek mentén a szivárgás sokkal gyorsabb lehet, mint havi 5 m. A másik lényeges szempont a baktériumok fejlődéséhez szükséges karbonforrás kérdése. ZoBell és Grant (1942) baktériumok jó fejlődését figyelték meg 0,1 mg/l-nél kisebb organikus anyag koncentrációnál. Rüzsova és Ivanov (1961) egy kísérletük során temészetes gipszet és mészkövet használtak,

és organikus anyag nélküli ásványi sóoldatot adtak hozzá. A kísérleti edényben tehát csak annyi karbonforrás állt a baktériumok rendelkezésére, amennyi a természetes kőzetekben eredetileg előfordult. Az anyagot szulfátredukáló baktériumok tenyészetével oltották be, és 2—4 hét elteltével megfigyelhető volt a baktériumok fejlődése, sőt a szulfátredukálók hatására képződött kénhidrogén mennyisége elérte a 200 mg/l-t. Az analízisek azt mutatják, hogy az oldható organikus anyagok mennyisége a felszín alatti vizekben elérheti a 3—5 mg C/l-t, az üledékes kőzetek pedig, melyeken ez a víz átszivárog, 2 g organikus karbont tartalmazhatnak kg-onként (KUZNYECOV et al. 1962).

A szulfátredukáló baktériumok sótűrésével kapcsolatosan ZOBELL (1958) közül részletes táblázatot, amelyben számos szerző adatait foglalja össze. A táblázatból kiderül, hogy a szulfátredukáló baktériumok 0—300 gNaCl/l, rendkívül tág sókoncentráció határok között képesek élni. A felső határt a felszínalatti vizek sótartalma — még kőolaj rétegvizek esetében sem — gyakorlatilag nem haladja meg. A kétértékű kationok általában nagyobb koncentrációban gátolják egyes mikrobák fejlődését, többek között a *Desulfovibrióét* is (PORTER 1946). Viszont más baktériumok esetében — amint a *Th. ferrooxidans-sal* kapcsolatban már említettük — a kationokkal szembeni tolerancia nagyon nagy lehet (MARCHLEWITZ et al. 1961, SADLER és TRUDINGER 1967). Mindenesetre megállapítható, hogy *a mikrobák elszaporodását a rétegviszonyok között a biogén elemek hiánya általában nem korlátozza* (KUZNYECOV et al. 1962), limitáló faktorként csak a nitrogén és a foszfor relatív hiányát lehet tekinteni, melyek ugyan helyenként feldúsulhatnak, de hiányuk esetleg korlátozhatja a baktériumok elszaporodását. ZOBELL (1963) által közölt adatok szerint általában a tengerekben a nitrogéntartalom eléri a 0,5 mg/l-t, a foszfortartalom pedig a 0,07 mg/l-t.

A hőmérséklet egyike a legfontosabb körülményeknek, amelyek meghatározzák a mikrobák behatolását és tevékenységét a litoszférában. Ebben a vonatkozásban nem annyira az alsó, mint inkább a felső hőmérsékleti határ a lényeges, amely a mikrobatevékenységet még lehetővé teszi. KRAMERENKO (1956) szulfátredukáló baktériumokat talált 83 C°-os vízben. ALTOVSZKIJ (1958) 89 C° hőmérsékletű kőolaj rétegvízben fedezett fel mikroorganizmusokat. Összefüggést mutatott ki ZOBELL (1958) a hidrosztatikus nyomás és a hőmérséklettűrés között. Ha a nyomást fokozta 200—400 atm-ig, a szulfátredukáló baktériumok hőtűrése is fokozódott. Ilyen nyomáson még 104 C°-os hőmérsékletet is elviseltek. Tekintettel arra, hogy a tengerek összes térfogatának több mint 90%-a hidegebb 5 C°-nál, meg kell vizsgálnunk az alsó hőmérsékleti határokat is. PORTER (1946) azt állítja, hogy az a legalacsonyabb hőmérséklet, amelynél a tengeri baktériumok fejlődése még végbemegy, 7,5 C°. Ezzel szemben INGRAHAM és STOKES (1959) szerint a baktériumok gyengén ugyan, de még 0 C°-on, sőt ez alatt is képesek fejlődni (3,5% sótartalmú tengervíz fagyáspontja kb. —1,86 C°). POKROVSZKIJ (1960) a Szovjetunió európai ré-

szén végzett több mint 5000 hőmérsékleti mérés alapján, feltételezve azt, hogy a mikroorganizmusok részére a felső hőmérsékleti határ kb. 100 C° körül van, úgy véli, hogy *a bioszféra átlagos alsó határa a litoszférában kb. 4000 m mélységig terjed.*

A mélységgel arányosan növekedő nyomás homok vagy plasztikus anyag esetében körülbelül megfelel az üledék súlyának (Szokolov, 1948). Cementálódott, masszív, kemény és redőkbe gyűrődött kőzet esetén ez a nyomás a vízzel átitatott kőzet hidrosztatikus nyomásának felel meg.

Asirov és Makszimov (1958) vizsgálatai szerint a nyomás még a nagyon mély kőolajrétegekben sem haladja meg a 325 atm-át. Feltételezhető, hogy azoknak a rétegeknek a többségében, ahol a hőmérsékleti viszonyok még lehetővé teszik a baktériumok fejlődését, a hidrosztatikus nyomás nem lépi túl a 300—400 atm-át. A kőzetek redőzöttségének és szilárdságának következtében ez a nyomás gyakran jelentősen csökkenhet.

ZoBell és Oppenheimer (1950) szerint a baktériumok számára a kritikus nyomás 3000—12 000 atm között van. Más adatok szerint (ZoBell és Johnson 1949) sok baktérium a növekedés logaritmikus fázisában már 500—600 atm nyomáson elpusztul. A hidrosztatikus nyomással szembeni tolerancia baktériumfajonként erősen változik. Minden esetre tény, hogy pl. a *Desulfovibrio* egyike azoknak a mikroorganizmusoknak, amelyek a legellenállóbbak a magas nyomással szemben. ZoBell (1958) *D. desulfuricans* tiszta tenyészetét 30 C°-on különböző nyomásnak vetette alá 1—1800 atm között. A baktériumok aktivitását a különböző nyomásokon tapasztalt kénhidrogén képződés intenzitásával mérve azt tapasztalta, hogy a szulfátredukció 1000 atm nyomásnál volt a legintenzívebb.

Az elmondottakat összefoglalva azt lehet megállapítani, hogy *a Föld mélyebb rétegeiben uralkodó magasabb nyomás csak egyes speciális esetekben limitálhatja a mikroorganizmusok fejlődését és geológiai tevékenységét* (Trudinger és Bubela 1967).

Az egyes biotópok redoxviszonyaira vonatkozó tanulmányok közül különösen fontos Baas—Becking et al. (1960) alapvető munkája, akik több mint 6200 mérési adat alapján talajok, mocsarak, édesvízi és tengeri üledékek, talajvíz, bányavíz, folyók, tavak, tengervíz, evaporitok, geotermális és juvenilis vizek pH és Eh viszonyait tanulmányozták és foglalták össze, elsősorban az ezekben található mikróbák életlehetőségei szempontjából. Kőolajlelőhelyek rétegvizeinek redoxviszonyait Kuznyecova (1960, 1965) tanulmányozta. Ivanov (1964) egész sor redoxpotenciál-vizsgálatot végzett kéntelepek rétegvizeiben. Megállapította, hogy a kénlelőhely kontúrjainál a víz oldott oxigént tartalmazott, az Eh érték magas volt, és *Thiobacillusok* voltak kimutathatók. A lelőhely közepe felé haladva az Eh csökkent, ami jól megegyezett a szulfátredukciós folyamatok növekedésével és a szulfátredukáló baktériumok jelenlétével. Az oldott oxigén mennyisége a vízvezető rétegekben a mélység-

gel fokozatosan csökken, bár egyes esetekben 250 m mélységben még eléri a 10 mg/l-t is. A kőolajtárolók rétegvizében az oldott oxigén általában hiányzik, és a redox értékek alacsonyak (ALTOVSZKIJ et al. 1958). Ezekben tehát csak anaerob szervezetek képesek élni.

A baktériumok előfordulása a hidro- és litoszférában

A baktériumok összes számát kőzetben közvetlen számlálással vagy tenyésztési eljárással határozzák meg. A közvetlen számláláskor ismert súlyú, megfelelően porított mintából ismert higítással vizes szuszpenziót készítenek, ebből ismert mennyiséget ismert felületű tárgylemezre visznek, valamilyen plazmafestékkel megfestik, mikroszkóp alatt megszámolják az egy látómezőben látható baktériumszámot, és ebből kiszámítják az 1 g kiindulási anyagban levő baktériumok mennyiségét. Gyakorlatilag 1 g őrölt kőzetmintából szoktak kiindulni, ebből 10 ml vizes szuszpenziót készítenek, amiből 0,1 ml-t 4 cm^2-es tárgylemezre visznek, megszárítják, bengál rózsával vagy eritrozinnal festik, és mikroszkóp alatt számolják a megfestődött sejteket. Ismerve a látómező nagyságát, a higítás mértékét és a felületre felvitt anyag mennyiségét, az 1 g kőzetben levő baktériumok száma könnyen kiszámítható. Víz vizsgálata esetében ismert térfogatú vizet szűrnek át olyan speciális ultraszűrőlapon, melyen a baktériumok nem tudnak áthatolni. A szűrőn visszatartott baktériumokat ugyancsak plazmafestékkel festik. A továbbiakban úgy járnak el, ahogyan azt az előzőekben leírtuk. Ismerve az átszűrt víz mennyiségét, a szűrőlap felületét, a mikroszkóp látómezejének nagyságát és a látómezőnként átlagosan (sok látómezőt kell leszámolni) látható baktériumokat, az 1 ml vízben levő baktériumszám kiszámítható (KUZNYECOV és ROMANENKO 1963, RODINA 1965).

Ezzel az eljárással azonban csak az összes baktériumszám határozható meg, tehát nem lehet elválasztani az élő és a már elpusztult organizmusokat. Ezenfelül nem választhatók szét az egyes speciális funkciókat teljesítő fiziológiai csoportok. Erre a célra tenyésztési eljárásokat szoktak használni. Ilyenkor úgy járnak el, hogy a vizsgálandó anyagból ismert higítási sort készítenek (1 : 10, 1 : 100, 1 : 1000 stb.), és a különböző hígításokból 1—1 ml-t visznek olyan szilárd, kocsonyás (agar-agar, szilikagél) anyag felületére, amely a baktériumok fejlődéséhez szükséges szubsztrátumokat tartalmazza. A tápkocsonya felületén minden élő baktériumsejtből 1—1 szemmel is látható baktériumtelep fog kifejlődni. Ismerve a hígítás mértékét és a kifejlődött telepek számát, kiszámítható, hogy 1 g vagy 1 ml kiindulási anyagban hány élő mikroba volt. Anaerob baktériumok tenyésztése esetén hasonló módon járnak el, de gondoskodnak arról, hogy a tenyésztérben szabad oxigén ne legyen jelen, akár úgy, hogy a levegőt kiszivattyúzzák, akár úgy, hogy az oxigént elnyeletik. (Pl.

lúgos pirogallollal. A módszerekről bővebben l. BALLENEGGER 1953, SALLE, 1954, DICKSCHEIT 1967 és számos kézikönyv.) Az alkalmazott eljárások közül itt csak néhány fontosabbat említettünk, ezeken kívül természetesen még számos egyéb módszer is használatos.

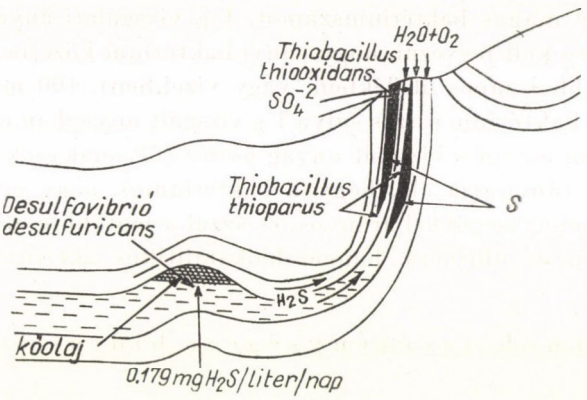
A tengeri iszapos üledékek mikrobiológiai vizsgálata szerint a mikrobaszám 1—3 milliárd/g-ot is elért. Édesvízi iszapos üledékek esetében ez a szám az iszapréteg mélységével jelentősen csökkent, de nem süllyedt 100 millió/g alá (KUZNYECOV 1952, ZAVARZINA 1955, KRISS 1959) 2000—8000 m mélyből a Csendes Óceánból származó üledék felületi rétegében 1000—40 000 baktériumot talált grammonként. OPPENHEIMER (1960) tengeri öbölből származó üledék felszínén 16 millió baktériumot mutatott ki grammonként, míg a 75—130 cm mély üledékrétegből származó mintában a baktériumszám már csak 100 000 volt.

EKZERCEV (1956) határozott összefüggést tételez fel a baktériumoknak az üledékes kőzetek mélyebb rétegeiben való elterjedése és a kőolajnak az adott horizontban való megjelenése között. Az ilyen rétegekben a baktériumszám 35—117 millió között változott grammonként. MESSZINYEVA (1961) azt állapította meg, hogy a mélyebb rétegekben a baktériumok mennyisége a kőzet faciális-litológiai karakterisztikájában megfelelően változik.

BASTIN (1926) volt az első, aki kőolaj rétegvízből szulfátredukáló baktériumokat mutatott ki. Azóta számos vizsgálat igazolta a szulfátredukálók jelenlétét a kőolajtárolókban, különösen a parafin bázisú kőolaj rétegvizeiben (SCHWARTZ és MÜLLER 1953, KUZNYECOV et al. 1962, BEERSTECHER 1954, DAVIS 1967). Különösen érdekesek KUZNYECOVA (1960, 1965) vizsgálatai, aki nemcsak a baktériumok jelenlétének megállapítására törekedett, hanem a baktériumok elterjedését összefüggésbe igyekezett hozni az ekológiai környezettel és a szivárgó víz behatolásával a mélyebb rétegekbe. Megállapította, hogy a víz kőolajtároló rétegekbe való behatolásának mértéke szerint növekszik az oldott organikus anyagok mennyisége, csökken a redoxpotenciál, megjelennek a szulfátredukáló baktériumok, és megindul a szulfátok redukciója.

A *Thiobacilus*oknak a rétegvízben való jelenlétét és elszaporodását részletesen vizsgálta SZOKOLOVA (1961), valamint SZOKOLOVA és KARAVAJKO (1964). Nagy vizsgálati anyag feldolgozása alapján megállapították, hogy a *Thiobacillus*ok, különösen a *Th. thioparus* és a *Th. thiooxidans* csak a nyitott lelőhelyekben fordul elő, ahol a rétegvíz többé-kevésbé kapcsolatban van a felszíni vízzel, vagy ahol az oldott oxigén behatolására valamilyen módon számítani lehet. KUZNYECOV et al. (1962) nyomán a 4. ábrán mutatjuk be az ún. nyitott kőolajtárolókban végbemenő biológiai kénátalakulás vázlatát. Az olajjal érintkező rétegvízben anaerob körülmények között a *Desulfovibrio* szaporodik el, és a szulfátok redukciója során kénhidrogén képződik, amely esetenként tekintélyes mennyiségű lehet. Az ábrán az egyik Sor-Szu-i kőolaj-

lelőhely vázlata látható, ahol a kénhidrogén-képződés elérte a napi és literenkénti 0,179 mg-ot. A képződött kénhidrogén egy része a réteg mentén diffundál. Olyan körülmények közé jutva, ahol a felszínről szivárgó víz már valamelyes oldott oxigént tartalmaz, a *Th. thioparus* hatására a kénhidrogén elemi kénné oxidálódik és kiválik. Felsőbb régiókban, ahol a redoxpotenciál magasabb, a *Th. thiooxidans* az elemi kén kénsavvá oxidálja. Ezzel szemben a zárt kőolajtárolókban, amelyek tehát nincsenek kapcsolatban a felszínről szivárgó vízzel, a mikroorganizmusok fejlődése — mind az egyes baktériumcsoportokra, mind az összes baktériumra vonatkozóan — sokkal gyöngébb.



4. ábra.

Desulfovibrio jelenlétét hazai kőolajkutakban is sikerült kimutatni. Szulfátredukálókat és kemoautotrof kénbaktériumokat tenyésztettek ki hazai uránércekből is, ahol a baktériumszám eléri a 12 000/g-ot is (Szolnoki és Virágh 1966). A padragi kőszénbánya pirites anyagában ugyancsak előfordultak *Thiobacillus*ok. Ashmeed (1955) skóciai szénbányákból izolálta ezeket a mikroorganizmusokat, Fjerdingstad (1956) pedig Nyugat-Dániában levő szénbányák drenázsvizéből tenyésztette ki őket.

A *Thiobacillus*ok nem üledékes szulfidérc lelőhelyeken is gyakran előfordulnak. Bryner et al. (1954) USA-beli ércbányák vizéből, valamint Mexikóból tenyésztették ki. Dél-Afrikában Butlin és Postgate (1953) találták meg őket olyan bányákban, ahol a víz savanyú volt a pirit oxidációja következtében. A Szovjetunióban az érclelőhelyeken való elterjedésüket Ljalikova (1961) és Karavajko (1966, 1967) állapította meg. Magyarországon recski és gyöngyösoroszi ércből, illetve bányavízből sikerült *Thiobacillus*okat kitenyészteni (Szolnoki és Bognár 1964). A kemoautotrof kénbaktériumoknak a kénlelőhelyekkel kapcsolatos előfordulásával és szerepével Ivanov (1964) foglalkozik részletesen.

A korábbiakban néhány számszerű adatot említettünk a baktériumoknak az üledékekben és a kőzetekben való előfordulásáról. Ezek között olyan adatok is előfordulnak, amelyek szerint 1 g kőzetben néhányszor 10 millió baktérium is kimutatható volt. Az ilyen adat az első pillanatásra valószínűtlennek látszik, ezért szükséges, hogy néhány egyszerű számítással közelebbről megvilágítsuk. Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy meglehetősen nagy, 3 μ hosszú és 1 μ átmérőjű, pálcika alakú baktériumokról van szó. Egy baktérium sejtnek a köbtartalma ezek szerint 0,000 000 002 355 mm^3, azaz kerekítve $2{,}4 \times 10^{-9}$ mm^3 lesz. Súlya pedig minthogy a baktériumok 80—95%-ban vízből állnak, fajsúlyúkat kb. a vizével vehetjük azonosnak, $2{,}4 \times 10^{-9}$ mg. Szokatlanul magas baktériumszámot, 1 g vizsgálati anyagra 100 milliót tételezve fel (meg kell jegyezni, hogy ennyi baktérium kőzetben soha nem fordul elő, legfeljebb iszapos üledékben, vagy vizekben), 100 millió 3 μ hosszú és 1 μ átmérőjű baktérium összes súlya 1 g vizsgált anyagban még mindig csak 0,24 mg lesz, ami az egész vizsgált anyag összes súlyának csak 0,024%-a. Ez a számítás is azt támasztja alá, hogy a baktériumok nagy geokémiai hatása nem abszolút mennyiségükkel arányos, és azzal a legtöbb esetben közvetlenül párhuzamba nem is állítható, hanem biokatalitikus aktivitásuk függvénye.

A baktériumok tevékenysége a hidro- és litoszférában

Mindazokon a lelőhelyeken, ahol a szulfátredukáló baktériumok működéséhez szükséges feltételek biztosítva vannak, a tengeri és édesvízi üledékektől, a kőolajtelepeken át egészen a szervesanyag-tartalmú üledékes kőzetekig, ezek a mikrobák vagy élettevékenységük nyomai rendszerint megtalálhatók. A mikrobiológiai úton képződött kénhidrogén vagy oldatban marad a vizes fázisban (Kriss 1961), kiindulási anyagul szolgálva az elemi kén kiválásához és kéntelepek kialakulásához (Butlin és Postgate 1953, 1954), vagy közvetlen reakcióba lép a környezet anyagaival és üledékes epigén érctelepek kialakulását okozhatja (Perelman 1965).

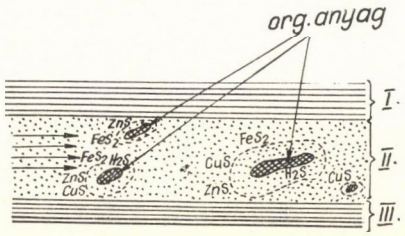
Baas—Becking és Moore (1961) laboratóriumi kísérletekkel állított elő biológiai úton a szulfátok redukciójával vas-, réz- és cinkszulfid ásványokat. Más szerzők ugyancsak igazolták a szulfidok felhalmozódását a szulfátredukáló mikroorganizmusok hatására (Szolnoki 1966, Temple és Le Roux 1964). Hogy a másodlagos szulfidérc milyen mértékben halmozódhat fel, arra Krauskopf (1955) vizsgálatai szolgáltatnak adatokat. 1000 ppm rezet, 700 ppm ólmot és 10 000 ppm cinket talált kénhidrogénes fekete iszapban.

A kőszénben előforduló fémszulfid ásványok, elsősorban a pirit és a markazit keletkezésének egyik okaként Szádeczky-Kardoss E. (1952, 1955) is a szulfátredukáló baktériumok tevékenységét jelöli meg. Love (1962) Perm-korú rézpalákat és agyagpalákat vizsgálva arra a következtetésre jutott,

hogy a szulfidfelhalmozódás ezekben is a biológiai szulfátredukció következménye és szerinte ebben a *Desulfovibrio* mellett főleg egy általa leírt másik mikroszervezet vesz részt.

Az 5. ábrán PERELMAN (1965) nyomán a homokkőbe települt szórt szulfidérc-dúsulás kialakulásának sémáját mutatjuk be. A két vízzáró réteg (I.—III.) között vízvezető réteg (meszes homokkő) (II.) helyezkedik el, amelyben növényi szerves maradvány zárványok vannak [1]. Ezek közül a szulfátok biológiai redukciójának következtében kénhidrogén aureola alakul ki (erősen redukált közeg). A nyilak a Cu^{2+}, Fe^{2+}, Zn^{2+} és SO^{2+} tartalmú víz mozgásának irányát jelzik. A kénhidrogénes zónában a fémek szulfid formában kicsapódnak.

A szulfid ércek biogenezisének kérdését részletesen tárgyalja ROBERTS (1967). A szulfidérc telepek kialakulásán kívül a szulfátredukáló szerepet játszanak a nem szulfid típusú értelepek létrejöttében is. PERELMAN (1965)



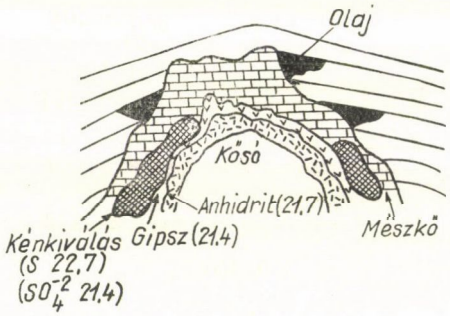
5. ábra.

az epigén uránérc telepek kialakulásában tulajdonít nagy szerepet a biológiai barriernek. ADLER S^{32}/S^{34} arány alapján tételezi fel a szulfátredukáló baktériumok részvételét a homokkő típusú uránérc-telepek keletkezésében. Hazai vonatkozásban közvetlen mikrobiológiai vizsgálatokkal is (VIRÁGH és SZOLNOKI 1969) és kénizotóp megoszlási vizsgálatokkal is (HORVÁTH et al. 1969) sikerült igazolni ennek a folyamatnak a mikrobiológiai jellegét, sőt azt is hogy az érc áthalmozódása jelenleg is folyamatban van.

A szulfátredukáló baktériumoknak a kőolaj, elsősorban a parafinbázisú kőolaj átalakításában játszott szerepével egy másik tanulmányban foglalkozunk részletesen. Ismeretes, hogy a kőolajtároló kőzetekben, amelyek rendszerint homokkövek, mészkövek vagy dolomitok, az antiklinális feltüremlésekben, a kőolaj és gázkollektorokban, a kőolaj és a rétegvíz határán egyes esetekben másodlagos kalcitkiválás figyelhető meg (ASIROV 1959), SZAZONOVA (1961) kísérlete igazolta, hogy ez a másodlagos kalcit héj a szulfátredukáló baktériumok hatására jön létre olyan módon, hogy a kőolajtárolók rétegvizében gyakori $CaSO_4$-ből a deszulfurikáló baktériumok tevékenysége következtében a szulfátok redukciójakor $CaCO_3$ képződik.

KAPLAN et al. (1963) a Dél-Kaliforniai medence üledékeit vizsgálva elemi ként, kénhidrogént, hidrotroilitot, organikus ként és piritet találtak. A pirit

volt a leggyakoribb előfordulási forma. Megállapították, hogy a szulfátos víz a felszínről szivárgott a mélyebb rétegekbe, ahol biológiai szulfátredukció következett be. Az organikus anyagok bomlásából származó kénhidrogén kis szerepet játszott a folyamatban. A baktériumok számát számítással határozták meg és azt 4×10^8/g-nak találták. A kéntartalmú anyagokat izotóp megoszlásos vizsgálatnak vetették alá, ami igazolta a mikrobiológiai hatást, az anyagok megfelelően dúsultak S^{32}-ben. Ez a dúsulás a piritben pl. 9—62‰-et is elért. Annak eldöntésére, hogy a kén körforgalmában mikrobák is szerepet játszottak-e bizonyos kéntartalmú képződmények létrejötte során, újabban széles körben alkalmazott módszer az izotóp megoszlásos vizsgálati eljárás. Ennek lényege az, hogy a vizsgálati anyagot tömeg-spektroszkóposan vizsgálják meg S^{32} és S^{34} tartalomra nézve. A két kénizotóp közötti arány olyan anyagokban, amelyek nyilvánvalóan nem mentek át biológiai átalakuláson (pl.



6. ábra.

meteoritok, friss magmás kőzetek, vulkáni gázok stb.), meglehetősen szűk határok között azonos. Mikrobiológiai hatásra azonban ez az arány eltolódik, minthogy a mikrobák előnyben részesítik a „könnyebb" izotópot. Így az S^{32} viszonylagos dúsulásából vagy %-os csökkenéséből — egyéb feltételek és vizsgálatok eredményeinek figyelembevételével — következtetni lehet arra, hogy a baktériumok részt vettek-e az adott lelőhelyen a kénvegyületek átalakításában (Kaplan és Rittenberg 1964, Kemp és Thode 1968).

Thode et al. (1954, 1963) ugyancsak ezzel a módszerrel vizsgálták a Mexikói-öböl partján fekvő sódómok (caperock) anyagában az elemi kén, kénhidrogén, gipsz és anhidrit izotóp összetételét, és megállapították a szulfátredukáló baktériumok vezető szerepét ezeknek az epigén kénlelőhelyeknek a kialakításában. A 6. ábrán egy ilyen sódóm metszetének vázlatát mutatjuk be, zárójelben feltüntetve az egyes vizsgált anyagokban mért S^{32}/S^{34} arányokat. Mikrobiológiai átalakulásnak alá nem vetett anyagok esetében ez az arány általában 22,07—22,49 között változik (ZoBell 1963).

Az üledékes kéntelepek képződésében és lebontásában részvevő mikroorganizmusokkal Iszacsenko (1958) és Ivanov (1964) foglalkozott részlete-

sen. Megállapították, hogy a kéntelep képződéséhez elsősorban nagy mennyiségű kénhidrogén szükséges. Ez rendszerint biogén úton keletkezik a szulfátredukálók hatására. A továbbiakban a kénhidrogén elemi kénné oxidálódik a *Thiobacillusok*, vagy a színes kénbaktériumok közreműködésével. Megfelelő körülmények között az elemi kén kénsavvá oxidálódhat. Ezt a reakciót ugyancsak a kemoautotrof kénbaktériumok katalizálják. A kutatók egy része azt tartja, hogy az üledékes kéntelepek a kőzettel együtt szingenetikusan képződtek, és egykorúak a régi víztárolók szulfát-karbonát laguna üledékeivel. Mások az epigenetikus képződés hívei, és azt tartják, hogy a kén a gipsz redukciója útján utólag keletkezett. A geológiai adatok azt bizonyítják, hogy ezek a kéntelepek mindkét módon képződhettek.

A szingenetikus kéntelepek képződésének mikrobiológiai folyamatait BUTLIN és POSTGATE (1953, 1954) vizsgálták kirenaikai kénes tavakban. A tavak vize erősen kénhidrogénes és teljesen zavaros a nagy mennyiségű kiváló kéntől. A tavak fenekét a leülepedett kén vastagon beborítja, mely helyenként meszes üledékkel váltakozik. A szerzők a tavak fenékiszapjában óriási mennyiségű szulfátredukáló baktériumot találtak. A sekélyvizű részeken pedig nagyon sok színes fotoautotrof kénbaktérium található, amelyek a kénhidrogént elemi kénné képesek oxidálni. Analóg esetet írtak le a Szovjetunióban levő (Kujbisevi kerület) kénes tóval kapcsolatban is. Itt a kénhidrogén abiotikus eredetű, és a forrásokból származik. Az elemi kén kiválását a színes kénbaktériumokon kívül főleg a *Th. thioparus* okozza. Jelzett szulfiddal (Na_2S^{35}) végzett vizsgálatok alapján megállapították, hogy a kénhidrogénnek elemi kénné váló oxidációjában a legfőbb szerepe a *Th. thioparus*nak van. Ez a baktérium naponta a szulfidoknak 30%-át oxidálta elemi kénné. Abiotikus úton a szulfidoknak csak 17%-os oxidálódott (IVANOV 1957, 1959). A tóban naponta kb. 120 kg elemi kén ülepedik le.

Az epigén kéntelep kialakulásának példáját a 4. ábrán mutattuk be. A mélyben a *Desulfovibrió* reduktív tevékenysége következtében képződött kénhidrogén oldott állapotban a gáznyomás hatására a rétegben felhatol a második nyitott antiklinálisig. Az oldott oxigént tartalmazó felszíni víz a kőzet repedései mentén mélyebb rétegekbe tud hatolni. Az érintkezés helyén megfelelő feltételek adódnak a *Th. thioparus* fejlődéséhez. A mikrobiológiai analízisek sok *Th. thioparust* mutattak ki, és apró kristályos kénkiválást a kőzetben. A szulfid oxidációjának intenzitását sugárzó izotópos módszerrel vizsgálták, és megállapították, hogy a vízben oldott kénhidrogénnek naponta kb. 50%-a oxidálódik elemi kénné. Ebből 30% abiotikus úton, 20% pedig a kemoautotrof kénbaktériumok hatására oxidálódik (IVANOV 1957).

Abban az esetben, ha a kéntartalmú üledékben oxidatív viszonyok alakulnak ki, elkezdődhet az elemi kén oxidációjának a folyamata, melynek során a kén kénsavig oxidálódik, és a kísérőkőzetben egész sor szulfátásvány képződik, melyek jellemzőek a lelőhelyre. A kén ilyen típusú oxidációjában

a *Th. thiooxidans* vesz részt. A kén oxidációjának helyén ennek a baktériumnak a mennyisége elérte a 100 000/g-ot is (KUZNYECOV et al. 1962). A repedések mentén szivárgó víz pH-ja rendkívül alacsony (0,4—4,0). Ezek a baktériumok csak ott jelennek meg, ahol a kéntartalmú kőzet érintkezésbe jut a felszíni vízzel, vagy hosszabb ideig mint kibányászott anyag a Föld felszínén hever (KARAVAJKO 1961). A képződött kénsav hatására megkezdődik a mállás, és a kőzet morzsalékonnyá válik.

A kén geokémiai körforgalmában részvevő fontosabb mikroorganizmusok közül a biológiai mállási folyamatok szempontjából elsősorban a *Thiobacillus* genus tagjai jöhetnek számításba, amelyek oxidációs tevékenységük során kénsavat termelnek (WOOD 1967). Korábbi vizsgálatok főleg szaprofita mikroorganizmusok mállasztó tevékenységére szorítkoztak (KRASZILNYIKOV 1956 stb.). Ezeknek a vizsgálatoknak általában közös metodikai hibájuk, hogy nem adnak választ arra a kérdésre, hogy a szaprofita mikroorganizmusok, amelyek csak meglehetősen nagy szervesanyag-koncentráció mellett képesek élni, hogyan tudnak elsődlegesen részt venni olyan magmás kőzetek biológiai bontásában, amelyek egyáltalán nem tartalmaznak organikus anyagot. Nagyon valószínű, hogy ezekben az esetekben a mikroorganizmusok a levegőből másodlagosan kerültek a már elmállott kőzetre. (SILVERMAN és EHRLICH 1967.)

Nyilvánvalóan erős kőzetmállást okoznak ellenben azok a baktériumok *(Th. thiooxidans* és *Th. ferrooxidans)*, amelyek élettevékenységük közben kénsavat termelnek anélkül, hogy szerves anyagokra lenne szükségük. (IVANOV et al. 1958.) Ezek elsősorban kén- és szulfidérc-lelőhelyeken fordulnak elő, de egyéb kenet vagy szulfidokat tartalmazó miliőben is kifejtik hatásukat (JAKOVLEVA 1959). A kénsavas málláskor erős kaolinosodási folyamat játszódik le, a szivárgó víz pH-ja nagyon alacsony, a kőzet morzsalékossá válik, ha az oldatban vas volt jelen, vöröses elszíneződés mutatkozik. Az ilyen típusú kőzetmállási folyamat jól megfigyelhető pl. Gyöngyösoroszi és Recsk ércbányáinak anyagán, részben a hosszabb ideje szabadon fekvő hányóban, részben a régebbi vágatok falán vagy ott, ahol a repedések mentén a szivárgó víz a felszínről a kőzetbe hatolhatott. KARAVAJKO (1961) a kénsavas biológiai mállást különösen a bauxitlelőhelyek genezisével kapcsolatban tanulmányozta.

FILATOV (1947) megállapítása szerint a felszín alatti vizek kémiai összetétele és típusa szigorú törvényszerűségek szerint változik. Az aktív víz-kicserélődés zónájában nagyobb részt hidrokarbonát típusú vizek találhatók, a mélyebben fekvő, korlátozott vízkicserélődési zónában szulfát típusúak, míg a pangó víz zónájában klorid típusúak, amelyek nagy koncentrációban tartalmaznak kalcium- és magnéziumkloridot. BAAS—BECKING (1938), KRAMARENKO (1956), GUREVICS (1961) és mások véleménye szerint nem elfogadható az a nézet, hogy a mélységi vizek kémiai összetétele pusztán abotikus, kémiai hatásra változik. Ezen szerzők szerint kétségbevonhatatlan amikroorganiz-

musoknak (elsősorban a kénkörforgalomban részvevő mikroorganizmusoknak) a szerepe a felszínalatti vizek kémiai összetételének megváltoztatásában, különösen az aktív és a korlátozott víz-kicserélődés zónáiban.

TAGEJEVA (1955) és GUREVICS (1961) vizsgálatai szerint a szulfátok biológiai redukciójának eredményeként a vízben elkezdődik a bikarbonátok felhalmozódása és a lúgos — nátrium — klorid — hidrokarbonát típusú mélységi víz képződése. Ez a folyamat leegyszerűsítve a következő módon megy végbe: a nátriumszulfát organikus anyag jelenlétében a *Desulfovibrio* hatására redukálódik, és nátriumhidrogénkarbonát, valamint kénhidrogén képződik. A nátriumhidrogénkarbonát reakcióba lép az erős savak sóival (pl. $CaCl_2$). Ekkor a Ca- és Mg-karbonát kicsapódik a vízből, és lokálisan feldúsul, a nátriumklorid pedig oldatban marad. A szulfát — klorid — kalcium típusú vízből hidrokarbonát — klorid — nátrium típusú lesz. LINDTROP (1947) megfigyelései is igazolják, hogy a rétegvíz és a kőolaj érintkezésénél a biológiai szulfátredukció hatására a vízben a szulfátok mennyisége gyorsan csökken, egyidejűleg pedig a bikarbonátok mennyisége növekszik.

A felszín alatti vizek szulfáttartalmának növekedése ugyancsak biológiai hatásra következhet be. Aerob viszonyok mellett az elemi kén és a szulfidok biológiai oxidációjából tekintélyes mennyiségű szulfát keletkezik. BRYNER et al. (1954), LJALIKOVA (1959) és mások szerint a pirit és kalkopirit baktériumos oxidációja sokkal gyakoribb, mint a pusztán kémiai oxidáció. ASHMEED (1955) vizsgálatai szerint egy skóciai pirites kőszénbánya vizében levő kénsav 4/5-e biológiai oxidáció eredménye volt, és csak 1/5 része keletkezett a légköri kémiai oxidáció hatására. LJALIKOVA (1960) megállapította, hogy egy polimetallikus szulfidérclelőhely elfolyó bányavizének kénsav tartalma elérte az 1,35 g/l-t, és biológiai oxidáció hatására egy év alatt 2500 t cc. kénsavnak megfelelő mennyiségű kénsav képződött.

A szulfidércek oxidációjában a legnagyobb szerepet a *Th. ferrooxidans* játssza, mely savas közegben rendszerint a *Th. thiooxidans*sal együtt fordul elő. Hatására az oldhatatlan fémszulfidok vízben oldható szulfátokká alakulnak át (KUZNYECOV et al. 1962). Valószínűleg szerepük van a pirites kőszén öngyulladásában is. A kétértékű vasat savas közegben háromértékűvé oxidálja, ferriszulfáttá. További oxidáció és hidrolízis során az oldatban levő vas egy része hidroxid formájában kiválik, miközben kénsav szabadul fel. Ezek a baktériumok a legkülönbözőbb fémszulfidok oxidációjára képesek (LJALIKOVA 1968), olyannyira, hogy még az arzénnal szemben is ellenállóak, és az auripigment oxidációját is katalizálni tudják (EHRLICH 1963). A kísérletek azt mutatják, hogy a szulfidércek biológiai oxidációja során oldatba ment fém mennyisége kb. egy nagyságrenddel haladja meg az abiotikus úton oxidálódott fém mennyiségét (SZOLNOKI és BOGNÁR 1965, BRYNER et al., 1967, DUNCAN et al., 1966 és mások). Ilyen módon ezek a baktériumok tevékenyen közrejátszanak a fémek oldhatóvá tételében és migrációjában.

Ha a kén biológiai körforgalmában — melyet az 1. ábrán mutattunk be — *valamelyik kardinális ponton a következő fázist katalizáló mikrobák valamilyen külső tényező hatására elszaporodni és tevékenykedni nem tudnak, akkor a megfelelő termék lokálisan feldúsul.* Így keletkeznek egyes üledékes érctelepek, vagy nagy mennyiségű kénhidrogén ott, ahol a szulfátredukálók élnek, de a kénhidrogént oxidálók nem; hasonló módon alakulhatnak ki másodlagos kéntelepek ott, ahol a kénhidrogént elemi kénné oxidáló baktériumok dominálnak; és ott képződik szulfát, ott lesz magas fémtartalmú, erősen savas víz, ahol a savtűrő kemoautotrof kénbaktériumok működnek, de a szulfátredukálók nem tudnak megélni.

Az ilyen megfelelő miliő mesterségesen és ipari méretekben is előidézhető, és a baktériumok tevékenysége az ipari termelés szolgálatába állítható. Ezeket a baktériumokat egyre szélesebb körben használják fel elemi kén vagy fémek kinyerésére, ill. egyéb ipari célokra (Szolnoki 1967, — Cikkgyűjtemény 1968, Davis 1967, — Anonymus 1968).

TANULMÁNYÚTI-KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓK

ÜLEDÉKFÖLDTANI, KŐZETTANI ÉS BAUXITFÖLDTANI LABORATÓRIUMI ANYAGVIZSGÁLATI MÓDSZEREK ÚJABB EREDMÉNYEI A SZOVJETUNIÓBAN

BÁRDOSSY GYÖRGY

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

1968. IX. 5-től X. 15-ig a Magyar Tudományos Akadémia X. Osztálya kiküldetésében tanulmányúton voltam a Szovjetunióban. Feladatom volt az üledékföldtan, kőzettan és a bauxitföldtan terén elért újabb eredmények tanulmányozása különös tekintettel a laboratóriumi anyagvizsgálati módszerekre. Moszkva, Leningrád, Novoszibirszk földtani intézményeit látogattam meg, továbbá alkalmam nyílt a tyichvini és a kazahsztáni nagy bauxitelőfordulások megtekintésére.

Moszkva

1. A Tudományos Akadémia Földtani Intézete („GIN")

Az itt folyó üledékföldtani munkákra Sztrachov akadémikus nagy egyéniségének irányító szerepe jellemző. Jelentős előrehaladás észlelhető a felszíni kőzetmállás tanulmányozása terén (Liszicina, Pasztuchowa, Razumova). Rendszeresen tanulmányozzák és összehasonlítják a Szovjetunió különböző területein a földtörténeti múltban kialakult mállási öveket. Munkamódszereik főként mikroszkóposak, amit vegyelemzésekkel egészítenek ki.

Hworova tudományok doktora irányításával külön osztály foglalkozik a kovás üledékek tanulmányozásával, valamint a vulkáni anyag szerepével az üledékképződésben. Businszkij tudományok doktora csoportja a Szovjetunió foszfát- és bauxittelepeinek alapkutatásával foglalkoznak. Kiderítette, hogy vasdús, látszólag teljesen egynemű kőzeteken is előtűnnek a szerkezeti jellegek, ha a polírozott kőzetfelületet 1—2 percre forró, 10%-os HCl-ba mártja. A vasásványok szemnagyságától, porozitástól és ásványos összetételtől függő, eltérő oldódása ugyanis különböző mértékű elszíntelenedést eredményez és ez előhozza az eredeti szerkezeti formákat. Ez a módszer különösen üledékes vasércek, bauxit és egyes anyagkőzetek vizsgálatánál használható sikerrel.

A Kosszovszkaja kandidátus vezetése alatt működő üledékkőzettani laboratórium három csoportra oszlik. Az ásványtani csoportban főleg homokok és homokkövek vizsgálatával foglalkoznak. Az ismert mikroszkópos módszere-

ken túlmenően nagy jelentőséget tulajdonítanak a kvarcszemcsék nagypontosságú fajsúlymeghatározásának. Kísérleti csoportjuk egy új készüléket fejlesztett ki erre a célra, amelyet „gradiens-csőnek" neveznek:

Egy kb. 60 cm hosszú, függőleges, alul zárt üvegcsövet bromoform és dimetilformamid olyan elegyével töltenek fel, hogy az szobahőmérsékleten a kvarc átlagos fajsúlyának feleljen meg. A cső felső végét elektromos úton fűtik, alsó végét pedig hűtik. A fűtés-hűtés mértékétől függően a folyadék alsó és felső részének hőmérséklete között 20—60 C° különbség keletkezik. Ennek megfelelően változik a fajsúlya is. Ha a csőbe kvarc-szemcséket öntünk, azok fajsúlyuk szerint különböző magasságban fognak lebegni. A cső oldalán elhelyezett skálán leolvasható, hogy a különböző magasság-intervallumok milyen fajsúly értékeknek felelnek meg. Az átlátszó falú csövön át megszámlálható, hogy egy-egy intervallumban hány kvarcszemcse helyezkedik el, vákuum elszívóval pedig egymás után le lehet szívni az egyes fajsúly szerinti frakciókat.

A készüléket 1969-től kezdve a Szovjet Tudományos Akadémia műszerügyi szolgálata sorozatban fogja gyártani, és külföldről is megrendelhető lesz. A szakemberek szerint jól bevált, kezelése egyszerű, és a negyedik tizedesig terjedő pontosságot biztosít. Tapasztalataik szerint nagyvastagságú faunamentes homok és homokkő összletekben a kvarc-szemcsék finom fajsúlykülönbségei alapján vezető szintek jelölhetők ki, melyeket a szomszédos fúrásokban jól lehet azonosítani.

Elektrodializáló készüléket használnak olyan kőzetek karbonáttalanítására, melyek savas kezelése esetén fontos ásványok — pl. foszfátok — oldatba mennének.

A laboratórium harmadik csoportja Dric kandidátus vezetésével elektronmikroszkópos és röntgenvizsgálatokat végez. Röntgenrészlegük Dron-1 típusú szovjet röntgendiffraktométerekkel van felszerelve. Ezeket főleg kristályszerkezeti vizsgálatokra használják. Dric a klorit-csoport di-dioktaéderes és di-trioktaéderes tagjainak szerkezetvizsgálata terén ért el új eredményeket. Ezenkívül az intézet kutatócsoportjai számára tájékoztató jellegű felvételeket készítenek, maximálisan félkvantitatív becsléssel. A készülék 5—10%-os intenzitás-ingadozása pontos kvantitatív fázisanalízis végzését nem teszi lehetővé. Ezért e problémakörrel nem is foglalkoznak.

Az elektronmikroszkópos részleg szovjet és japán készülékekkel felszerelve rétegszilikátok defektszerkezeteinek vizsgálatával foglalkozik. Feltevésük szerint a rétegszilikátok, diffraktométerrel mért reflexióintenzitásainak eltéréseit túlnyomórészt rétegdefektusok okozzák. Ezeket nagy nagyítású elektronmikroszkópos felvételeken ki lehet mutatni, sőt mennyiségileg mérni is lehet őket. Céljuk annak meghatározása, hogyan hat az egyes ásványoknál a diszlokáció mértéke a röntgenfelvétel integrál intenzitására. A rácsdefektusok ismeretének a röntgenográfiai fázisanalízis ún. „ásványtani hibaforrásának" kiküszöbölésében fontos szerepe lehet. Ezért szeretnénk Dric csoportjával tudományos együttműködést kialakítani.

Egyes agyagásványokon nagynyomású kísérleteket is végeztek. Kb. 10 kilobár mechanikai nyomás hatásának tették ki őket. Azt észlelték, hogy

az ásványok integrál intenzitása kisebb vagy nagyobb mértékben lecsökkent. E jelenséget részben rácsdefektusok létrejöttével, részben pedig azzal magyarázták, hogy az ásványszemcsék felszínén amorf réteg keletkezett. Bizonyos idő elteltével regenerálódást is észleltek, azaz megnövekedtek a röntgenreflexióik intenzitásai. Ezek az eredmények igen jó összhangban vannak az MTA Geokémiai Kutató Laboratóriumban kőzetalkotó ásványokon végzett, hasonló jellegű kísérletek eredményeivel.

Tanulmányutam idején jelent meg az Intézet kiadásában a VII. Össz-szövetségi Litológiai konferencia előadásainak összefoglaló kötete (1968). Az üledékföldtan csaknem minden ágát felölelő 21 előadás anyagát tartalmazza. Ugyanekkor jelent meg SZTRAHOVnak és három munkatársának könyve az üledékes mangánércképződés geokémiájáról. Részletesen foglalkoznak a feketetengeri jelenkori mangános üledékképződéssel, majd ennek tapasztalatai alapján értelmezik a Szovjetunió hatalmas oligocénkorú mangánérc telepeinek genetikáját.

2. A Tudományos Akadémia Érceleptani Intézete („IGEM")

Az intézet számos osztálya közül az agyag és bauxittelepekkel, továbbá a mállási övekkel foglalkozó osztályokat látogattam meg.

A PETROV tudományok doktora vezetése alatt álló agyag-bauxit osztály a Szovjetunió egész területére kiterjedő alapkutatás jellegű vizsgálatokat folytat. Korszerű mikroszkópos, vegyi és termikus vizsgálati módszerekkel dolgozzák fel a helyszínen gyűjtött szelvényeiket. Nálunk nem ismert, új módszert itt nem láttam.

A SZAPOZSNYIKOV tudományok doktora vezetése alatt álló osztály a kőzetmállás általános kérdéseivel, valamint a Szovjetunió területén található egyes jellegzetes mállási övek részletes anyagvizsgálatával foglalkozik. Az utóbbi években a Szovjetunióban a mállási övek vizsgálata az érdeklődés homlokterébe került. Több kutatóintézetben külön munkacsoportokat szerveztek vizsgálatukra. Ezeknek a tudományos megismerésén felül gyakorlati jelentőséget is tulajdonítanak.

A fenti osztályon két éve rendszeres kísérleteket végeznek szerves savak kőzetmállasztó hatásának meghatározására. Podzol és más talajfajtákból humuszsavat és fulvosavakat különítettek el. Különböző kőzetalkotó ásványok finomra őrölt porát e szerves savak millinormál, ezrednormál és századnormál koncentrációjú oldataiba helyezik. A kísérletek 5—70 C° hőmérsékleten maximálisan 100 napig tartottak. Közben rendszeresen mérték a pH változását. A kísérlet végén meghatározták, hogy az ásvány hány %-a ment oldatba, elemezték az oldatot és a maradékot. A kísérletek még ma is folynak, de annyi már most is látszik, hogy az oldódás feltűnően nagy mértékű. Így például

a többek által stabil végtermékeknek tekintett kaolinitnél is erős kovasavtalanodást észleltek.

Az intézet kiadásában ez év decemberében jelent meg a „Kora vüvetrivanyia" (Mállási övek) sorozat legújabb, tizedik kötete. Húsz önálló cikket tartalmaz, melyek különböző területek mállási öveit ismertetik, a kőzetmállás általános kérdéseivel foglalkoznak, és mállási modellkísérletek eredményeit mutatják be.

3. A Tudományos Akadémia Vinogradov vezetése alatt álló Vernadszkijról elnevezett Geokémiai és Kémiai Analitikai Intézete („GEOHI")

Itt a RONOV tudományok doktora vezetése alatt álló, az üledékes kőzetek geokémiájával foglalkozó osztályt kerestem fel. Évek óta világszerte nagy érdeklődést kiváltott, nagyszabású vizsgálatokat folytatnak az Orosztábla geokémiai fejlődéstörténetéről. Az analitikai munka részben klasszikus szilikátelemzéssel, részben polarográffal, (Zn, Sn, Cu-ra) részben lángfotométerrel, részben pedig emissziós spektrográffal folyik. Az elemzési eredményeket a terület ősföldrajzi és litofácies térképeire rakják fel, és ezekkel egybevetve szerkesztik meg a geokémiai fáciestérképeiket. A geokémiai adatokat ásványtani vizsgálatokkal egészítik ki. A homok-köveket és homokokat főleg immerziós módszerrel vizsgálják. Egy-egy minta könnyű frakciójából 300 szemcsét, nehéz frakciójából 500—600 szemcsét (!) határoznak meg. Kiegészítésül termikus és röntgenvizsgálatokat végeznek. Itt kell megemlítenem, hogy a magyar gyártmányú derivatográfokkal itt és több más intézetben is találkoztam. Pontosságukkal, megbízhatóságukkal mindenütt meg voltak elégedve. Az egyes fontosabb eredményeket az ez évi KBA Kongresszus IV. fő témája foglalja össze.

4. Az Üledékes Hasznosítható Nyersanyagok Laboratóriuma („LOPI")

A PUSZTOVALOV akadémikus vezetése alatt álló intézet a Geológiai Minisztérium alá tartozik. Néhány éve alakult meg, azóta jelentősége erősen megnőtt, és jelenleg is nagy fejlesztési terveik vannak. Öt osztályra tagozódik. Az első az Orosz-tábla prekambriumi képződményeivel, elsősorban az üledékes vasércekkel foglalkozik. A második a mállási övek alapkutatását végzi. A harmadik torlatok és terrigén üledékes telepek, elsősorban arany, ezüst és gyémánttorlatok, réztartalmú homokkövek kutatásával foglalkozik. A negyedik osztály vegyi eredetű üledékes kőzetek hasznosítható anyagait vizsgálja — mész és cementipari anyagokat, sókőzeteket, foszfátokat. Végül az ötödik osztály a szénkőzetek és égőpalák kutatásával foglalkozik. Az öt osztály anyag-

vizsgálati igényeit központi kémiai, spektrográfiai, termikus, röntgen, elektronmikroszkópos, granulometriai, vékonycsiszoló és foto munkacsoportok egészítik ki.

Az intézet munkája szorosan kapcsolódik a gyakorlati nyersanyagkutatáshoz. A Pusztovalov-iskola üledékföldtani irányvonala elméletileg is eltér a Sztrahov-iskolától, amennyiben a dia és epigenetikus folyamatoknak kisebb jelentőséget tulajdonít, inkább a deskriptív kőzettani jellegeknek szentel figyelmet. A laboratórium 1967-ben kiadott első összefoglaló kötetében a Szovjetunió minden üledékes hasznosítható nyersanyagáról egy-egy fejezetben jó áttekintést nyújtó összefoglalást kapunk.

Leningrád

1. Egyetemi Ásványtan-Kristálytan Tanszék

Itt dolgozik az agyagásvány-kutatás nemzetközi hírű szakembere, FRANK-KAMENYECKIJ professzor. Röntgenlaboratóriuma szovjet gyártmányú DRON—1 típusú diffraktométerekkel és régebbi típusú röntgengenerátorokkal van felszerelve, melyeket különböző kristályszerkezeti mérésekre és DEBYE—SCHERRER kamrás felvételek készítésére használ. Keményebb kőzetminták anyagelőkészítésére szovjet gyártmányú ultrahangos készüléket használnak. Nagy előnye, hogy a kőzet fellazítása során nem roncsolódnak az egyes kristályszemcsék.

FRANK-KAMENYECKIJ professzor a közelmúltban áttekintette a kvantitatív röntgenográfiai fázisanalízissel foglalkozó szovjet és külföldi módszereket. Úgy találta, hogy a NÁRAY-SZABÓ—PÉTERNÉ, KÁLMÁN-féle direkt módszer egyszerűségénél és pontosságánál fogva a leginkább alkalmas a rendszeres kőzettani anyagvizsgálatra. Megjegyezzük, hogy az MTA Geokémiai Kutató Laboratóriumában is e módszer egy továbbfejlesztett változatával dolgozunk.

Néhány éve a tanszéken kísérleteket végeznek hő és nyomás hatásának kitett agyagásványok szerkezeti átalakulásának meghatározására. A kísérleteknél hidrosztatikai és irányított mechanikai nyomást („stress") különböztettek meg. Eddig elsősorban a kaolinit, halloysit, és montmorillonit átalakulását vizsgálták 20—450 C° hőmérsékleten és maximum 17 000 kg/cm^2 nyomáson. A hidrosztatikus nyomás előállításakor bombáikban KCl, NaCl, $CaCl_2$, és $MgCl_2$ oldatokat használtak, és azt találták, hogy az oldat összetételétől függően is eltérőek az átalakulások. Kísérleteik 24 ill. 48 órásak voltak. Stress hatására a kaolinit rácsszerkezete rendezetlenebbé vált, a halloysit pedig metahalloysitbe ment át. Hidrosztatikus nyomással a 250—450 C° tartományban a kaolinitből montmorillonit-hidrocsillám kevert rácsszerkezet jött létre, sőt metastabilis formában alumíniumdús montmorillonit (beidellit) is keletkezett. Egyetlen kiinduló agyagásványnál sem észleltek klorit kelet-

kezést, ami FRANK-KAMENYECKIJ szerint a közeg fizikai-kémiai adottságaival magyarázható. Szerinte szénsavas közegben inkább bekövetkezne a klorit-szerkezet kialakulása. Mindezek a kísérletek jó összhangban vannak az MTA Geokémiai Laboratóriumában végzett nagynyomású kísérletek eredményeivel.

2. Össz-szövetségi Alumínium- és Magnéziumkutató Intézet („VAMI")

A Színesfémipari Minisztérium keretébe tartozó intézetben a BENESZLAVSZKIJ tudományok doktora vezetése alatt álló anyagvizsgálati osztályt látogattam meg. Elsősorban bauxit, nefelinszienit és magnezit vizsgálatával foglalkoznak. Főleg vékonycsiszolati és immerziós módszereket használnak, melyeket kémiai elemzésekkel egészítenek ki. Igen érzékeny festési módszert dolgoztak ki kaolinit szemcsék kimutatására. Az előzőleg sósavas forralással vastalanított bauxit porát anilin festékkel (malachit-zöld vagy krizoidin) kezelik. Ettől az immerziós folyadékba helyezett kaolinit szemcsék párhuzamos nikolok között halványkék, keresztezett nikolok között élénk ibolyásvörös színt nyernek. Ezzel az eljárással jól vizsgálható például a kaolinosodás előrehaladása földpát és csillámszemcsék szélein. Zeiss UR—10 infravörös spektrográffal is végeztek bauxitvizsgálatokat. Úgy találták, hogy ez a módszer bauxitra jól alkalmazható, és jól kiegészíti a többi, eddig is alkalmazott eljárást. Nagy eltéréseket tapasztaltak a diaszpór hidrogén kötésének erősségében, továbbá azt, hogy ez a diaszpóros bauxit feltárhatóságával arányos. Infravörös abszorpciós felvételek alapján a kaolinit és a dickit jól megkülönböztethető egymástól, ami röntgenmódszerrel igen nehéz.

A bauxit ásványtani vizsgálatát feltárási kísérletekkel is kombinálják. A mintákat autoklávban 105 C°, 190 C°, ill. 240 C°-on 1—2 órás kísérlettel feltárják, majd a maradékot a szokásos ásványtani módszerekkel vizsgálják tovább. Az első kísérletnél csak a gibbsit, a másodiknál a gibbsit és a bőhmit, a harmadiknál a diaszpór is feltáródik és oldatba megy A maradékban a többi ásvány feldúsul, és így biztosabban határozható meg. Kiválóan alkalmas például ez a módszer a bauxit korundtartalmának kimutatására. Az intézet központi röntgenlaboratóriuma szovjet gyártmányú URSZ—50 és DRON—1 típusú röntgendiffraktométerekkel van felszerelve. Kvantitatív fázisanalízissel nem foglalkoznak, a röntgenfelvételeket csak ásványkimutatásra és félkvantatitív becslésre használják.

Novoszibirszk

Itt a Szovjet Tudományos Akadémia szibériai filiáléjának Földtani és Geofizikai Intézetét látogattam meg. Az intézet üledékföldtani laboratóriuma KAZANSZKIJ kandidátus vezetése alatt működik. Üledékföldtani irány-

elveik KAZARINOV professzor elképzeléseit követik, aki Novoszibirszkben sajátos üledékföldtani iskolát alakított ki és nézeteivel élesen szemben áll a SZTRAHOV-iskola tanaival.

Sikerült KAZARINOV professzorral személyesen is találkoznom, és tőle megtudnom elképzelései lényegét. Szerinte az üledékes kőzetek jelenlegi összetétele döntő mértékben a hajdani mállási viszonyokat tükrözi, tehát a dia és epigenetikus folyamatoknak alárendelt szerepet tulajdonít. Szerinte adott üledékgyűjtő medence rétegsorának összetételéből pontosan vissza lehet következtetni, hogy a környező szárazföldön hol, mikor, milyen jellegű és milyen mértékű felszíni mállás folyt. Mennél erősebb volt a mállás, annál érettebb üledékek jöttek létre. A kőzet érettségének kifejezésére különböző „érettségi-koefficienseket" használ. Ilyen például az Al_2O_3/Na_2O arány, mely szerinte annál nagyobb, mennél érettebb a kőzet. A SZTRAHOV-iskolával szemben a legfőbb különbséget abban látom, hogy figyelmét nem a leülepedés körülményeire és az utána lejátszódó dia és epigenetikus folyamatokra összpontosítja, hanem az üledékanyagból a környező területek mállási viszonyaira akar visszakövetkeztetni. Ez az újszerű beállítottság hazai üledékföldtani vizsgálataink számára is hasznos lehetne.

Az intézet üledékföldtani laboratóriumában a szibériai üledékgyűjtő medencék rétegsorait fúrásszelvények alapján rendszeresen feldolgozzák a szokásos kémiai és üledékkőzettani módszerekkel. Kiszámítják továbbá a KAZARINOV-féle „érettségi-koefficienseket", és kijelölik a rétegsorok azon szakaszait, melyek fokozott felszíni mállást jeleznek a környező területeken. Külön csoport foglalkozik a helybenmaradt mállási övek vizsgálatával.

Az intézetnek külön matematikai osztálya van. A vizsgálati adatokat itt a geológusok szempontjai szerint programozzák. Ennek megfelelően aztán az összes adat lyukkártyákra kerül. Ezeket a novoszibirszki központi számítási intézetbe küldik, ahol azokat elektronikus számológépeikkel kiszámítják, és a kész eredményeket visszaküldik. Ezek értékelését már újból a geológusok végzik. Az együttműködésnek ez a formája igen sok munkaidőt takarít meg, és nagyszámú adat statisztikai feldolgozását teszi lehetővé.

Az intézet központi infravörös és röntgenlaboratóriumában ARCHIPENKO laborvezető a klorit csoport ásványain végzett összehasonlító jellegű kémiai, röntgen és infravörös abszorpciós vizsgálatokat. Megállapította, hogy az utóbbi módszerrel jól meg lehet különböztetni olyan klorit ásványokat, melyek röntgenreflexiói alig különböznek egymástól. A laboratóriumban csak kvalitatív és félkvantitatív röntgenvizsgálatokat végeznek, mert kvantitatív fázisanalízishez szükséges, kellő pontosságú röntgendiffraktométerük nincsen.

Javaslatok

Tanulmányutam tapasztalatai alapján a következő szovjet üledékföldtani eredmények hazai hasznosítását tartanám célszerűnek:

1. A Sztrahov, Pusztovalov- és Kazarinov-féle üledékföldtani iskolák összehasonlító értékelése. Módszereik alkalmazási lehetőségének kipróbálása a Kárpát-medence területén.

2. A Ronov-féle üledékgeokémiai módszer átvétele és rendszeres alkalmazása hazai képződményeink vizsgálatában.

3. Az infravörös abszorpciós spektrográfia fokozott alkalmazása a hazai agyagásvány és bauxitvizsgálatokban.

4. A kvarc-szemcsék fajsúlyának precíziós mérésére szolgáló „gradienscső"-készülék mielőbbi beszerzése és hazai alkalmazása.

5. Az elektronikus számológépek fokozottabb alkalmazása az üledékföldtani és geokémiai adatok értékelésénél. Megfelelő kooperáció kialakítása az ilyen berendezésekkel rendelkező intézetekkel.

BESZÁMOLÓ A XXI. NEMZETKÖZI FÖLDRAJZI KONGRESSZUSRÓL

PÉCSI MÁRTON
LEV. TAG

ENYEDI GYÖRGY
A FÖLDRAJZTUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A New-Delhiben tartott *XXI. Nemzetközi Földrajzi Kongresszuson*, majd India különböző államaiban rendezett, 23 földrajzi szimpoziumon a résztvevők száma mintegy 1200 fő volt, és több mint 1000 előadást jelentettek be. Ezek a földrajz nemzetközi szinten művelt tudományágazatainak jelenlegi helyzetére, a földrajzon belüli irányzatokra megközelítő tájékoztatást adnak.

A *természeti földrajz*on belül a vezető ágazat a geomorfológia maradt, ezután következik a biogeográfia az orvosföldrajzzal együtt, a klimatológia, hidrológia, hidrogeográfia.

A társadalom aktívitásával foglalkozó földrajzi ágazatok közül a szűkebb értelemben vett *gazdaságföldrajz* áll a vezető helyen. Erősen növekedőben van a település- és népességföldrajz, utánuk következik a történeti-politikai földrajz.

A gazdasági földrajzi témájú tanulmányok többé-kevésbé tükrözték a nemzetközi tudományfejlődésben mutatkozó irányzatokat. Figyelembe kell venni azonban, hogy a kis országok — főleg az európaiak — a távolság és költség miatt kevésbé tudtak szerepelni a kongresszuson. Az előadások nagy értéke volt, hogy a fejlődő országok gazdasági földrajzi problémáinak széles teret szenteltek, talán még soha ilyen átfogó földrajzi képet nem kaptunk megosztott világunk eme fontos kérdéséről. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy a fejlődő országoknak — a fejlett országokétól lényegesen eltérő — vizsgálati témái *általában* is a gazdasági földrajz homlokterébe kerültek volna.

A természeti és társadalmi jelenségeket együttesen vagy külön-külön vizsgáló kutatási irányzatokban eddig nem tapasztalt mértékben előrelendült az *alkalmazott földrajz*, a *regionális földrajz*, ill. a *kartográfia*.

Új kutatási módszerek, új eredmények nem feltűnően jelentkeztek, inkább megbújva a még hagyományos módszerekkel folytatott kutatáseredményeket ismertető előadások között. Az is előfordult, hogy a már hagyományossá vált kutatások célkitűzéseikben, módszereikben alapvetően megváltoztak. Itt említhető meg pl. a földrajz éppen egyik legrégibb, hagyományos irányzata, a regionális földrajz, mely megújulván a természeti tájak és gaz-

dasági egységek területi, természeti adottságainak magasszintű, komplex értékelését adja, a társadalom egyre hatékonyabb gazdálkodása érdekében. E kutatásoknak a területek optimális kihasználhatósága előrejelzésével fő célja volt a gazdálkodás racionális megszervezése, elhelyezése, produktívitásának fokozása stb.

Az előző kongresszusokon a még jórészt útkereső, *tematikus földrajzi térképezés*sel kapcsolatosan megállapítható lett, hogy egységes koncepciók és jelkulcs-javaslatok is propagálásra kerültek, hasonlóan a geomorfológiai és földhasznosítási térképezési módszerekhez. A gyakorlatban kipróbált és jól bevált jelkulcsokkal készült térképek bemutatásakor a magyar geográfusok által elért eredményeket nemzetközi siker koronázta.

Nagy figyelmet kapott a *gazdasági kartográfia*, jóllehet a Nemzetközi Földrajzi Kongresszust külön kartográfiai kongresszus követte.

A kongresszuson részt vett magyar geográfusok közül a delhi-i fő ülésszakon a szekciókban és munkabizottságokban heten, a szimpoziumokon négyen előadást tartottak, ill. időszakosan elnöki tiszt betöltésére kérettek fel.

A magyar delegáció tagjai voltak: Radó Sándor, a delegáció vezetője, Bora Gyula, Enyedi György, Kádár László, Pécsi Márton, Réti Endre.

Természetföldrajzi vonatkozásban a kongresszust megelőző, majd követő időben a közel kéthónapos, terepbejárásos tanulmányút során a különböző éghajlati feltételek között végbemenő kőzetmállásnak és aprózódásnak, az üledékszállítás, ill. a domborzatalakulás összefüggésében való vizsgálatára is sor került. Az indiai pajzs, ősmasszívum területén jellemzőek a nagykiterjedésű planációs eredetű síkságok, amelyek többnyire őskori gránit és metamorf kőzeteken, továbbá a Deccan-fennsík bazaltos lávatakaróján ismertek. Alacsony, közepes és fennsíkszerű síkságai a legtöbb esetben határozott lépcsőkkel különülnek el egymástól. A lépcsőzónákban a domborzat erősebben tagolt, de a szikla alapzatú síkság-felszíneken az átlagos lejtőszög az 1 fok alatt marad. A sík felületek óriási kiterjedésűek, pl. a Deccan-fennsík K-i előterében fekvő parti síkság helyenként a 300 km szélességet is meghaladja (pl. Tamil-síkság). A felszínén síkságot hordozó ősi gránit-gneisz 5—20 m mélységig erősen mállott, ásható, lapátolható. Csak kisebb foltokban fordulnak elő a síkságból kiemelkedve ép gránit felszínek, többnyire elszigetelt trópusi szigethegyek vagy gránit blokkok formájában. A gránit mélyreható elmállása az ott uralkodó meleg, évszakosan változó nedves és száraz éghajlat következménye.

A Tamilnad-tönkfelszínen foltszerűen *laterit-képződés* (low-level-laterit) is folyik. A foltszerű lateritesedés a még el nem rombolt hordalékkúpok durva kavicsban gazdag, fanglomerátszerű foltjain, — melyek meglehetősen azonos vastagságúak, 10—12 m-es takarók — megy végbe. Felső rétegét a vasas oldatok páncélszerű kéreggé cementálták össze. — Egyes óriási kiterjedésű tönk-

felszínek (Bangalore-Mysore-i), melyek túlnyomórészt azonos kőzettani felépítésűek (gránitok) mind a kiemelkedő, mind pedig az enyhén mélyedő térszíneken 20—30 m mélységig erősen mállottak, rajtuk a gránit mállásának minden fázisa nyomon követhető. Ilyen általánosnak mondható szelvény felső 1,5—3 m-nyi rétege vörös talaj, mely alatt a gránit hófehér kaolinná mállott.

A Bangalore-fennsík lokálisan más típusú felépítést is mutat. A felszíni vizek vízfolyásokká egyesülve a mállott gránitburkot letakarítják, a völgytalpon szálban álló kőzet a felszínre kerül. A bő csapadék a csupasz szigethegyekről, azok peremi repedései mentén részben a mélybe szivárog, és ott térbeli, felszín alatti mállást hoz létre. Így a gránittömbök önmagukkal párhuzamosan lealacsonyodnak, végül egészen kis tanúhegyekké, gránitpajzsokká zsugorodnak. E két formatípus esetében a felszínen sehol sincs lateritképződés, csupán vörösagyag-képződés.

A Bangalorei-fennsík tetőszintjének legmagasabb pontjain 15—20 m magasra kiemelkedő, lapostetejű *laterit dombok* vannak (high-level-laterit). Ezek felszínét és meredek lejtőoldalait mintegy 2—3 m vastagságban erősen összecementált vasas kéreg borítja.

A magasfekvésű laterit foltok feltárásaiban a hajdani fanglomerátra való következtetés a feltárásokban levő mállott görgelék alapján indokolt.

E néhány kiemelt vázlatos, tapasztalat rámutat az ország érdekes, számunkra sok újat nyújtó természeti tájainak, földrajzi és geológiai érdekességére. Tanulmányozása és összehasonlító vizsgálata pedig rendkívül hasznosnak, eredményesenek bizonyult egyes hazai problémák megoldásában.

Gazdaságföldrajzi szempontból a Kongresszus gazdag előadásanyaga — amelynek természetesen csak kis részét tudtuk személyesen meghallgatni — tematikai és módszertani tanulságokat egyaránt nyújtott.

A fő *tematikai* tanulságok az alábbiakban összegezhetők:

1. A nemzetközi nomenklatúra általában elválasztja a tulajdonképpeni „gazdasági földrajzot" (a termelés földrajzát) a népesség- és a településföldrajztól. Egyre több figyelmet fordítanak a népesség és a település nem közvetlenül gazdasági életjelenségeinek földrajzi vizsgálatára. A magyar geográfusok véleménye e kérdésben erősen megoszlik. Az mindenesetre valószínű, hogy pl. a népesség a jelenleginél átfogóbb, szociálgeográfiai vizsgálata hazánkban is becses eredményeket hozna.

2. A termelési ágak közül a mezőgazdaság még ma is sokkal jobban magára vonja a geográfusok figyelmét, mint az ipar. Ez részben adódik a fejlődő országoknak szentelt nagy figyelemből, de abból is, hogy a mezőgazdaság természeti folyamataival és felszínjellegű településével több táji-geográfiai összefüggést mutat.

3. A gazdasági földrajzi kutatásokban az ágazati jelleg dominál, de erősödik a területi szintézisre való törekvés. A regionális gazdasági földrajz nehezen lép ki az egyszerű leírás rutinjából, de már határozottan érzékelhető

megújhodása is. Az egyes termelési ágak, a népesség és települése a térben egymást feltételezve és indokolva létezik, ezért határozottabban túl kellene lépni egyenkénti elszigetelt vizsgálatukon, egy gazdasági tér-szintézis felé haladva.

4. A természeti és gazdasági földrajzi kutatások között viszonylag kevés a kapcsolat. A kapcsolatok azonban éppen a legkorszerűbbnek ítélhető ágazatokban, a regionális és az alkalmazott földrajzban kovácsolódnak. A földrajzi kutatáseredmények gyakorlati alkalmazásának igénye — amely a szocialista országokban régi program, de viharosan terjed a tőkés országokban is — megköveteli, hogy a földrajzi jelenségek természeti alapjait és gazdasági-társadalmi vonatkozásait egyidejűleg és összekapcsolva elemezzük.

A magyar gazdasági földrajz kutatási tematikájában a nemzetközi geográfia fő fejlődési tendenciái tükröződnek. Figyelmünket elsősorban azokra az ágazatokra összpontosítjuk, amelyeket a nemzetközi közvélemény is korszerűnek ítél, és nem kötjük le erőnket tetszetős, de a geográfia fő sodrától már elmaradó témák vagy ágazatok művelésére.

A fő *módszertani* tapasztalat, hogy a matematikai-statisztikai módszerek, a számítógép-alkalmazás egyre szélesebb utat tör a geográfiában. Nagy tömegű földrajzi információ egzakt és sokoldalú értékelése adhat korszerű kutatáseredményeket, s ez csak az említett módszerek alkalmazásával lehetséges. E téren a magyar geográfiának bizonyos tempóvesztesége van, aminek felszámolása fontos feltétele előkelő nemzetközi pozíciónk megóvásának.

A METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG 1968. ÉVI TUDOMÁNYOS ÜLÉSEI

BÉLL BÉLA

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK (METEOROLÓGIA) DOKTORA

A Bizottság a Magyar Meteorológiai Társasággal együtt februárban vitaülést rendezett az új gazdasági mechanizmus meteorológia területén való alkalmazásáról. Az előadó, KAKAS JÓZSEF kandidátus és a vitában résztvevők számos olyan lehetőségre mutattak rá, amelyek a kutatás és az operatív munka koncentrálása és koordinálása révén a meteorológiai tevékenységet világszerte racionálisabbá teszik, s ezzel elősegítik a hatékonyság/költségarány optimális növelését. Ennek ellenére a hazai tapasztalatok és számos országból nyert tájékoztatás alapján a vitaülés arra a következtetésre jutott, hogy a meteorológiai kutatás és szolgáltatás költségeit a bevételek a jövőben sem fedezhetik. Több államban a meteorológiai törvény lehetővé teszi ugyan a díjmentes, többnyire állami feladatok és a díjköteles, ún. többletfeladatok elhatárolását s ezzel a szolgáltatások ellenértékének bizonyos szabályozását, mégis a kutatói és operatív tevékenység költségeinek csak kisebb része hárítható át többnyire vállalati rendszerben működő intézményekre.

A Bizottságnak a Magyar Meteorológiai Társasággal és a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesülettel októberben rendezett ankétján az automatizálás meteorológiai észlelésben, adatfeldolgozásban és tájékoztatásban való jelentőségét vitatták meg. Az automatizálás bevezetését az észlelések időbeli és térbeli sűrítésével rohamosan növekvő információs anyag, a technikai fejlődés eredményeinek felhasználása a mérési módszerek fejlesztésében és az adatfeldolgozás gépesítésének igénye sürgetik. Az ankét előadásai az automatizálás olyan feladataival foglalkoztak, amelyek a hazai kutatásban és operatív munkában különösen fontosak, s amelyek bizonyos mértékben Magyarországon már megvalósultak. Így az információfeldolgozás gépesítéséről ORBÁN LÁSZLÓ, a digitális távmérésről MEZŐSI MIKLÓS, a meteorológiai műholdak felhőképeinek vételéről KOZÁK BÉLA, a magaslégköri mérések automatizálásáról VARGA MIKLÓS, a meteorológiai észlelések gépi feldolgozásáról MICHELLER ISTVÁN s végül az elektronikus számítógépek adatellenőrzésben való alkalmazásáról SZAKÁCS GYÖRGYNÉ tartott előadást. Az ankét a meteorológiai igények és a műszaki fejlődés adta lehetőségek feltárásával hasznos segítséget nyújtott a tudományos és műszaki kooperáció kiszélesítésében.

A III. FRANCIA–MAGYAR FÖLDRAJZI KOLLOKVIUM BUDAPESTEN

ENYEDI GYÖRGY
A FÖLDRAJZTUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Az immár hagyományossá váló, kétévenkénti francia–magyar geográfus találkozó harmadízben 1968 szeptemberében, Magyarországon került megrendezésre. A kollokvium témája a területi tervezés és a földrajz kapcsolata volt. A kétnapos budapesti ülésszak referátumait a francia vendégek* tartották; ezekhez magyar korreferátumok csatlakoztak. Az ülésszakon számos magyar geográfus és területi közgazdász vett részt. Az előadásokat sokoldalú és értékes vita követte.

A fő kérdés, amelyre a kollokvium a választ kereste, a következő volt: hogyan — tehát milyen módszerekkel és milyen kutatási témákkal — járulhat hozzá a gazdasági földrajz a területi tervezés gyakorlati feladatainak megoldásához.

A kérdés megválasztását indokolta, hogy a társadalmi különbözőség ellenére a területi tervezés mindkét országban sok hasonló problémával néz szembe. Ilyen pl. a gazdasági tevékenység és a nem termelő szektor túlzott koncentrációja a főváros agglomerációjában; a gazdasági fejlődésben elmaradt agrárvidékek elnéptelenedése; új városok létesítése az ipari fejlesztésbe frissen bevont térségben stb.

A hasonló problémák megoldási módozatai eltérőek. Franciaországban ugyan feltűnően nagy az állami irányítás szerepe a regionális fejlesztésben, alapvetően azonban ez mégis a helyi erőforrásokra támaszkodik, s a helyi döntések függvénye. Magyarországon a területfejlesztési politika meghatározása és — a gazdasági szabályozókon keresztül történő — érvényesítése a központi döntések körébe tartozik.

E különbség természetesen tükröződött az előadásokban és korreferátumokban is. Valamennyi magyar korreferátum *(Bernát T., Enyedi Gy., Kőszegfalvi Gy., Lettrich E.)* a területi gazdasági fejlődés országos, átfogó problémáit elemezte, különböző nézőpontokból.

* A francia delegáció tagjai: Prof. LABASSE J. (Lyon), Mme Prof. BONNAMOUR J. (Rouen), Prof. ROCHEFORT M. és Mme ROCHEFORT R. (Paris), CHATELAIN P. (Paris), MATHIEU N. (Paris) és COQUERY I. (Paris) voltak.

Franciaország magasabb gazdasági fejlettségi szintjéből fakad, hogy a területi tervezés problémái elsősorban a város (egyes városok és a városhálózat) fejlesztésében jelentkeznek. Különösen érdekes volt *Rochefort M.* előadása a városhálózat (városhierarchia) tanulmányozásának és a területi tervezésnek kapcsolatáról, valamint *Labasse J.* előadása a Nyugat-Európa-i új városokról. Két előadás foglalkozott a mezőgazdasági tájak átalakulásának kérdéseivel (különösen figyelemre méltó volt Mme *Bonnamour J.* átfogó, problémákat összegező beszámolója). Ez utóbbi két előadásban is elsősorban az urbanizációs folyamatoknak az agrártájat átformáló szerepe állt az elemzés központjában.

A színvonalas eszmecsere nem zárult le a kétnapos előadássorozattal. A hatnapos vidéki tanulmányút minden állomása újabb és újabb oldalát mutatta be a regionális tervezés és a földrajz kapcsolatának. A magyar szakemberek előadásaiból és útvonalvezetéséből kibontakoztak az üdülőkörzetek (Balaton), újonnan képződő ipari agglomerációk (Pécs—Komló) fejlesztési problémái, a mezővárosi urbanizáció (Kecskemét, Hajdúböszörmény), a mezőgazdaság területi szakosodása (Duna—Tisza köze, Nagykunság, Hortobágy) sajátos földrajzi feltételei. A résztvevők tanulmányozhatták Debrecen és Eger városrendezési problémáit és fejlesztési terveit.

A magyar földrajzi kutatásoknak szervezete, a kutatási témák koordinációja különösen nagy érdeklődést és elismerést váltott ki, mivel Franciaországban még az „egyszemélyes" kutatások, a témák szétforgácsolása meglehetősen elterjedt.

A nagy tudományos sikert hozó kollokviumot az MTA Földrajztudományi Kutató Intézete szervezte. A következő kollokviumra, 1970-ben, Franciaországban kerül sor, a magyar fél által benyújtandó referátumok a tematikus térképezéssel fognak foglalkozni.

A HEGYSÉGEK ÉS ELŐTERÜK LEPUSZTULÁS-FORMÁINAK KUTATÁSÁRÓL RENDEZETT NEMZETKÖZI SZIMPÓZIUM FŐBB EREDMÉNYEI*

PÉCSI MÁRTON

LEV. TAG

1. A hegységben és előterükben előforduló planációs formák kutatása a geomorfológiai irodalomban hosszú múltra tekint vissza. Az utóbbi évtizedekben e kutatások jelentősen megszaporodtak és a Föld valamennyi éghajlati zónájára kiterjedtek. Ennek során a planációs felszínek sokféle genetikus típusát ismertették, különböző elméleteket állítottak fel azok magyarázatára, de gyakran az azonos formák megjelölésére eltérő megnevezéseket, ill. a különböző genezisű formák jelölésére is a régi nomenklatúrát alkalmazták. A fogalmak nomenklatúrai tisztázatlansága a tudományos munkák megértését, ill. a további eredményes összehasonlító kutatások lehetőségét nagy mértékben gátolta. A szimpózium zárójelentése megállapította, hogy nomenklatúrai kérdések tisztázása terén a munkaértekezlet jelentős lépést tett előre egyrészt PÉCSI M.—SZILÁRD J. bevezető előadása, másrészt a többi előadás és a terepen lefolytatott viták alapján (lásd F. É. 1968).

2. Legáltalánosabb planációs forma a hegységi előterek lejtős síkja, a széles értelemben vett *hegylábfelszín* (Piedmont, Piemont, Gebirgsfußfläche), annak különböző megjelenésű formáit újabban magyarországi középhegységekből éppúgy, mint más európai középhegységekből is leírták, ill. megtalálhatók. A kérdés az, hogy a mérsékelt övi hegységek előterében elfekvő hegylábfelszínek mennyiben mutatnak hasonlóságot vagy különbséget a típusos, klasszikus pediment, ill. „glacis" formatípusokkal, alkalmazhatók-e ezek a megnevezések a jelenleg nem szemiarid éghajlati zónában levő formákra is.

2/a. A szimpózium résztvevői megállapodtak abban, hogy a *pediment kifejezést* azokra a lejtős síkokra szabad alkalmazni, amelyek a hegységek meredek, önmagával párhuzamosan hátráló peremének előterében kemény, főképpen kristályos kőzeteken lenyeséssel keletkeztek arid, szemiarid éghajlatokon végbemenő planációs folyamatok közreműködésével. A típusos pediment mellett lehet beszélni *felszabdalt és eltemetett pedimentek*ről is.

* Az MTA Földrajztudományi Kutató Intézete 1968 áprilisában „Hegységek és előterük lepusztulás-formáinak geomorfológiai kérdései" címen rendezett nemzetközi szimpóziumot.

2/b. A szimpózium résztvevőinek az volt a véleménye az egyes formák megnevezésével kapcsolatban, hogy a szakterminusok az éghajlati zónákban uralkodó és formalakító folyamatokra utaljanak. Eszerint azokat a hegyláb-felszíneket, amelyek nem a meleg-száraz, ill. félig száraz klímazónákban alakultak ki, a megnevezésekben is kifejezésre kell juttatni. Így például a hideg száraz — periglaciális — körülmények között kiformálódott hegység-előtéri lejtős síkokat *krioplanációs pediment* kifejezéssel különböztessék meg a klaszszikus pedimenttől. Ilyen értelemben használják egyes kutatók az évszakosan változó száraz-nedves szavanna klímazónákban *kristályos kőzeten* képződött hegyláb-felszínekre a *leöblítéses pediment* (Spülpediment) terminológiát is.

2/c Gyakori az a feltételezés is, hogy a mai mérsékelt éghajlatú Európában a harmadkor során, ill. végén voltak olyan szemiarid klímaszakaszok, amelyek megfelelő feltételeket biztosítottak a típusos pedimentek kialakulására, ill. a pleisztocén hideg száraz — periglaciális éghajlati zónában krioplanációs pedimentek kialakulására. Ezek ma már fosszilis formák és kialakulásuk óta többé-kevésbé átformálódtak, ezért a típusos alapformáktól bizonyos mértékig eltérnek. Ezen fosszilis formáknak a megnevezésénél, kialakulásuk korát és folyamatát jeleznünk kell. (Pl. felsőpliocén-szemiarid-felszabdalt pediment, ill. pleisztocén krioplanációs pediment.)

3. A vélemények általában megegyeztek abban, hogy a planációs eredetű hegylábfelszínnek azt a típusát, amely puha kőzeteken formálódott ki — arid-szemiarid éghajlati viszonyok között — glacis*-nak nevezzük, megkülönböztetésül a szilárd kőzetből álló pedimenttől.

a) A glacis jellegű hegylábfelszínnek is három altípusát lehetséges elkülöníteni:

1. *eróziós glacis*, lejtős síkfelszínükön a puha kőzetek fedetlenül bukkannak elő, vagy csupán vékony alluviális, kolluviális takarót hordoznak;

2. *fedett glacis*, vagy régi eróziós glacis, melyet alluviális-kolluviális takaró fed be és a feltöltődés rajta nagyobb, mint a letarolódás;

3. *tisztán akkumulációs glacis*, vagy glacis kúp. Ez tulajdonképpen *lapos hordalékkúpok sorozata* a hegységperem meredek előterében, melyet záporpatakok, torrensek halmoztak fel.

b) Ma még teljesen nem tisztázódott, hogy a pediment és a glacis formák közötti különbséget csupán a fent említett kőzetmorfológiai eltérések indokolják-e, vagy mint többen hangsúlyozták, formabeli különbség is van a kettő között. Dresch J. szerint a glacis alakulása az erózióbázishoz kötött, míg a pediment formálódása attól függetlenebb, és messze hátraharapózással fokozatosan felemésztheti magát a hegységet is. Ilyen esetekben a szemiarid zónában a pedimentek pediplénekké növekedhetnek.

* A francia geomorfológiai irodalomban definiált és használt kifejezés.

c) A típusos glacis formák szintén az arid, szemiarid éghajlati feltételek szülöttei, ilyen tájakról írták le azokat. A klasszikus formáktól eltérő, más körülmények között kialakult formák megnevezésére a pedimentekkel kapcsolatban a 2b és 2c pontok alatt összefoglalt megállapítások mérvadók.

4/a A szimpózium a terepbejárások során kialakult viták eredményeként arra az álláspontra helyezkedett, hogy a magyarországi középhegységek planációs formái, különösen azok *hegylábfelszíne*, poligenetikus-policiklikus jellegű komplex formák. Vannak többé-kevésbé átformált *fosszilis-pliocén-pediment*jeink, többnyire felszabdaltak és *krioplanációs pedimentek*. Hegylábfelszíneink jelentős többsége azonban *eróziós*, és *akkumulációs glacisú*, magyarul laza kőzetből álló hegylábfelszín, ill. *hegylábi hordalékkúplejtők* csoportjába tartozik.

4/b A Magyar Középhegységek magasabb fekvésű planációs felszíneinek megnevezésére ugyancsak a klímamorfológiai viszonyokkal kapcsolatban olyan terminusok használata ajánlatos, amelyek a formaképződés körülményeire is utalnak. Kerülni kell az olyan megszokott kifejezések használatát, mint a peneplain, vagy hegylábi lépcső — Piedmonttreppe —, ha a forma kialakulása nem a Davis ill. Penck értelmezte módon ment végbe. Ilyen esetekben új kifejezés használata ajánlatos, pl. ha igazolható a trópusi tönkösödés, akkor a trópusi tönk kifejezés használandó. Abban az esetben, ha nem állapítható meg egyértelműen a letarolódás folyamata, leghelyesebb általában elegyengetett vagy planációs felszínről* (planated surface, Abtragungsfläche) beszélni.

5. Mivel a planációs felszínek kutatásának még számos megoldhatatlan módszertani és nevezéktani problémája maradt, a szimpózium résztvevői a Magyarországon megkezdett munka folytatását javasolták. A résztvevők közül munkacsoportot kértek fel, melynek tagjai: Pécsi M., Mensching H., Brunner H., Gellert J. F., Joly F., Dumas B., Dumitrasko N. V., Mackin H. I., hogy egymással mind szakmailag, mind szervezés tekintetében kapcsolatot tartsanak, az említett probléma megoldására előterjesztéseket tegyenek. Javasolták, hogy az MTA FKI által előterjesztett szakterminusok definiálása részletes szöveg- és ábraszerű dokumentálással folytatódjék, ill. kiegészítésre, majd kiadásra kerüljenek.

* Az „eróziós felszín" vagy „denudációs felszín" kifejezés kerülendő, viszont a hajdani tengerparti színlelőkre az abráziós félsík használata egyértelműen helyes.

A NEMZETKÖZI LÖSZ-PERIGLACIÁLIS-PALEOLIT SZIMPÓZIUM FŐBB EREDMÉNYEI

SZILÁRD JENŐ

A FÖLDRAJZTUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

1. A szimpózium résztvevői, néhány jellemző, európai jelentőségű feltárás megtekintése és a bőségesen rendelkezésre álló információs anyagok alapján ismételten meggyőződhettek arról, hogy az utóbbi másfél évtized során *a magyarországi löszök és periglaciális jelenségek kutatása* hatalmas lépésekkel jutott előbbre, *nemzetközileg elismert* szintre emelkedett.

2. A korábban álperiglaciálisnak minősített Kárpát-medencében különböző kőzetösszetételű és domborzatú felszíneken a *valódi periglaciális jelenségek és formák* egész sorozatát sikerült kimutatni, genetikailag meghatározni és rendszerezni a sajátos egyéni típusoktól a változatos csoportos formákig.

3. A részletesen felvett és sokoldalúan elemzett alapvető löszfeltárásainkat sem lehet ma már csupán fosszilis erdőtalajok B szintjeivel tagolt típusos löszből, vagy homokosabb változatokból felépült profilokként értelmezni, hanem változatos klímafeltételek között működő komplex folyamatokkal létrehozott *löszösszleteknek* kell minősítenünk. Ezek az említett képződményeken kívül különféle lejtőüledékek, változatos fosszilis talajképződmények, szemipedolitok, periglaciális jelenségek széles skáláját foglalják magukba.

4. Ilyenformán az említett löszprofiloknak a *Milanković—Bacsák sugárzási görbére alapozott kortani tagolása is elveszítette korábbi jelentőségét,* s legfeljebb csak tájékoztató, összehasonlító alappal bír. Egyre inkább az egzakt új módszerek (abszolút kormeghatározás C^{14}, archeológiai leletekkel való egybevetés stb.) léptek előtérbe, és ezek alapján a legtöbb szelvény a korábban véltnél fiatalabbnak bizonyult.

5. Az új kutatási módszerek és koncepció alapján feldolgozott, értelmezett s a szimpózium elé tárt, a hagyományostól merőben eltérő, problémáktól sem mentes számos tényanyag és kutatáseredmény természetszerűleg *termékeny, élénk vitát váltott ki.*

E viták során bebizonyosodott, hogy az egyes, gyakran eltérő, ellentmondó egyéni vélemények és értékelések mellett a szimpózium legtöbb résztvevője közeledett a magyarországi lösz ill. felsőpleisztocén tagolás újabb eredményeihez. A fosszilis talajok kronológiai értékelésében sok tekintetben megegyező nézetekhez és értékelésekhez jutottak.

6. A szimpózium eredményességét tanúsítja végezetül az a tény, hogy az elérendő célt — az INQUA VIII. Kongresszusára szánt löszmonográfiát — sikerült összeállítani, sőt színvonalas szintézissé formálni. Kiadását a Szovjetunió Tudományos Akadémiája Földrajzi Intézete vállalta magára.

A MAGNETOTELLURIKUS SZONDÁZÁSOK MUNKACSOPORTJÁNAK 1968. ÉVI SZEPTEMBERI BUDAPESTI MUNKAÉRTEKEZLETÉRŐL

TÁRCZY-HORNOCH ANTAL
AKADÉMIKUS

A szocialista országok tudományos akadémiái között fennálló egyezmény végrehajtásaképpen a magnetotellurikus szondázások munkacsoportjának koordinálása 1967 nyarától kezdve Magyarországnak jutott, s erre e sorok írója kapott megbízást, akit dr. ÁDÁM Antal osztályvezető helyettesít.

A koordinálás átvétele után hamarosan kiderült, hogy a résztvevő országok illetékes kutatóinak összejövetele és a további munkaprogram megbeszélése igen fontos feltétele a további együttműködésnek. Ennek megfelelően a Szocialista Országok Akadémiáinak Együttműködési Bizottsága a planetáris geofizikai kutatások számára (röviden KAPG bizottság) 1968. márciusi várnai ülésén előterjesztettük, hogy még 1968-ban munkaértekezletet kívánunk tartani. Minthogy a várnai értekezlet javaslatunkat nagy örömmel fogadta, megrendeztük 1968. szeptember 25- és 26-án a KAPG „1.2 Magnetotellurikus szondázások" munkacsoportjának szóbanforgó ülését.

A rendezvényt a Magyar Geofizikusok Egyesülete XIII. szimpóziumához kapcsoltuk, és így annak megszervezésére felhasználhattuk az egyesület tekintélyes és gyakorlott apparátusát is. Ez jelentős költségmegtakarítást eredményezett az Akadémiának, s ugyanakkor a résztvevőket részesíteni tudtuk mindabban a járulékos juttatásban, rendezvényben, amely az egyesületi szimpózium általános velejárója. Gondolunk itt a szimpóziumi előadások tartalmi kivonatának sokszorosítására, a műszerkiállításra (ahol az idén különösen fontos szerepet kapott a Sopronban kialakított és készült magyar magnetotellurikus műszercsalád), a fogadásra, a kirándulásra stb.

A munkacsoport programja 2 napig tartott.

Az első napon (szept. 25-én) 10 előadás hangzott el a mágneses, tellurikus, magnetotellurikus és ez utóbbi eredményeinek értelmezésével kapcsolatos geotermikus kutatásokról.

Az elhangzott 10 előadás az *Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica*ban együttes csoportosításban fog megjelenni.

Valamennyi előadást megvitatták a résztvevők. Így a tulajdonképpeni munkaértekezlet előkészítéseként tájékoztatást kaptunk a szocialista régióban folyó földi elektromágneses kutatásokról.

Tulajdonképpeni munkaértekezletét a munkacsoport a második napon tartotta.

A résztvevő országok alfabetikus sorrendben, valamint hivatalos kiküldötteik:

Lengyelország (Dr. J. JANKOWSKI), Magyarország (TÁRCZY-HORNOCH Antal, Dr. ÁDÁM Antal), NDK (Dr. G. PORSTENDORFER professzor, Dr. G. FANSELAU professzor), Szovjetunió (Dr. N. V. LIPSZKAJA, Dr. E. A. LJUBIMOVA professzor). A hivatalos delegátusokon kívül a munkaértekezleten tanácskozó tagként még számosan vettek részt.

A munkaértekezlet programja keretében megtárgyaltuk:

1. A munkacsoport elnökének 1968. évi várnai jelentését;
2. A munkacsoport programját az 1969—70. években;
3. A magnetotellurikus kutatásban a résztvevő országok által alkalmazott berendezések specifikációit;
4. A munkacsoport együttműködését más KAPG munkacsoportokkal;
5. A magnetotellurikával kapcsolatos KAPG rendezvények szervezési kérdéseit (1969: Freiberg, 1970: Leningrád);
6. Szakemberek cseréjét;
7. A szimpózium anyagának publikálását.

Erről a sokrétű tárgyalásról részletes jegyzőkönyv készült, amelyet a tagországok képviselői aláírtak. A jegyzőkönyvben lefektetett program elfogadására 1969 márciusában a KAPG Bizottság kijevi ülésén kerül sor.*

Az ülés leglényegesebb pontja az 1969—70. évi együttműködési program egyeztetése volt. Ez a magnetotellurikus műszerek összemérését, a primér elektromágneses tér homogenitásának kiterjedt mérőhálóban való vizsgálatát, nemzetközi szelvények mentén való nagy mélységű magnetotellurikus szondázásokat, elméleti számításokat (inhomogén és anizotróp közegben), komplex értékeléseket, monográfiák írását tartalmazza. Hogy a programból egy-két pontot idézzünk:

Az MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma a Szovjetunió Tudományos Akadémiája szibériai részlegének Geológiai és Geofizikai Intézetével közösen monográfiát kíván összeállítani a magnetotellurikus tér törvényszerűségeiről, horizontálisan inhomogén és anizotróp közegben. A monográfia előkészítéséhez valamennyi együttműködő intézmény is felajánlotta segítségét.

Egy másik érdekes programpont a modern adatfeldolgozási módszerek magnetotellurikus kutatásban történő tökéletesítésével és alkalmazásával foglalkozik. Ennek értelmében 1969 júliusában a freibergi Bergakademie geotudományok szekciója szimpóziumot rendez, ahol a fenti a problémakört az együttműködő országok behatóan fogják megtárgyalni.*)

A munkaértekezleten a résztvevők hangsúlyozták a KAPG más munkacsoportjaival való együttműködés fontosságát, különös tekintettel az 1.4

* Időközben megtörtént.

„Geotermikus kutatások" munkacsoportjával, és elhatározták, hogy a nemzetközi szelvény mentén kapott mérési eredményeiket 1970-ben közösen fogják értékelni, és azokról 1973-ig közös monográfiát jelentetnek meg.

Úgy gondoljuk, hogy a munkabizottság célkitűzései igen aktív együttműködést tesznek lehetővé, ha a tagországok akadémiái a munkacsoport által igényelt anyagiakat is biztosítani tudják, és ezek eredményei jelentős hozzájárulást jelentenek a nemzetközi Upper Mantle Projecthoz is.

A munkaértekezlet eredményes volt. Egyben beigazolódott, hogy igen hasznos volt ezt a Magyar Geofizikusok Egyesülete rendezvényének autonóm részeként beiktatni. Az erők összpontosítása érdekében célszerű mindezt a jövőben is figyelembe venni.

ÚJABB ADATOK A FÖLDKÖPENY ÖSSZETÉTELÉRŐL*

PÓKA TERÉZ

A földköpeny összetételére vonatkozó új eredmények a radioaktív elemek eloszlásának pontos γ-spektrometriás mérésén alapulnak. Az amfibolit és granulit fáciesekre vonatkozó uránkoncentráció adatok száma jelenleg még meghaladja a granitoidokra és bazaltokra vonatkozó adatokét. Az amfibolit fácies kőzetei és a granitoidok egységnyi nagyságrendű g/t, míg a piroxéngranulit fácies kőzetei és a bazaltok tized nagyságrendű g/t urániumot tartalmaznak. Kevés az eklogitra vonatkozó adat a kis mennyiségű uránium meghatározásának metodikai nehézségei és az eklogit ritka előfordulása miatt. Az első uránium-koncentráció meghatározások eklogitból HOLMSTÓL eredtek (1939).

A metamorf összletekben és az afrikai kimberlitek zárványaiként előforduló eklogitokról HAIER (1963) közölt uránium-koncentráció értékeket. Ezek a γ-spektrométeres módszerrel készült meghatározások tized nagyságrendű g/t értéket adtak. A minták azonban mind többé-kevésbé bontottak voltak. A másodlagos átalakulási folyamatok az urániumtartalmat jelentősen megnövelhették.

LOVERING és MOGAN (1963) kimberlit kürtőkből származó eklogit zárványokban a pontosabb neutronaktivációs módszerrel század nagyságrendű g/t urániumot mutattak ki. A kéregbelinek tekintett eklogitok urántartalmát viszont egy nagyságrenddel nagyobbnak találták. TILTON (1956, 1963) izotóphígításos módszerrel hasonló adatokat kapott. Az utóbbi adatokat abszolút üde, másodlagos ásványokat nem tartalmazó mintákból határozták meg, amelyek az egyik szibériai eklogitföltárásból származtak.

Az I. táblázatban közölt legújabb szovjet adatok is ezekkel mutatnak egyezést. A szovjet adatok átlaga a köpenybeli eklogitok urániumtartalmára

* 1968 októberében Minszkben ülésezett az „Izotópok és magsugárzások előállításának és alkalmazásának 20 éve a Szovjetunió népgazdaságában" Össz-szövetségi Tudományos-technikai konferencia. Ennek egyik szekciója a magfizika és a földtudományok kapcsolatával és a magfizikai és izotóp vizsgálatok geológiai-geofizikai alkalmazásával foglalkozott. A szekció munkájáról F. A. ALEKSZEJEV, A. P. OCSKUR és N. I. FERRONSZKIJ összefoglaló közleményt adott ki. A számos elméleti és gyakorlati jelentőségű eredmény közül is kimagaslanak a Konferencián nyilvánosságra került újabb szovjet adatok a földköpeny összetételéről.

század nagyságrendű g/t. LOVERING, MOGAN és TILTON adatait is figyelembe véve a köpenybeli eklogitok urániumtartalma 0,042 g/t.

1. táblázat

A (köpenybeli) piroptartalmú ultrabázisok és a „Obnazsennij"-kürtő eklogitjának radioaktívelem-tartalma

Minta száma	Kőzetnév	Ra 10^{-11}%	Th 10^{-5}%	K %	U 10^{-5}%
AO—15	dunit	0,6 ± 0,1	3,75 ± 0,55	0,08 ± 0,05	2,5 ± 0,4
AO—16	dunit	2,3 ± 0,4	7,4 ± 0,6	0,16 ± 0,05	9,4 ± 1,6
AO—5	peridotit	0,4 ± 0,2	2,9 ± 0,4	0,44 ± 0,05	1,6 ± 0,8
AO—5A	peridotit	3,1 ± 0,1	11,9 ± 0,7	0,22 ± 0,7	12,7 ± 0,4
AO—2	eklogit	1,1 ± 0,1	6,5 ± 0,4	0,24 ± 0,08	4,5 ± 0,4
AO—3	eklogit	0,2 ± 0,1	1,52 ± 0,3	0,05 ± 0,05	0,8 ± 0,4
AO—1	spinell tart. piroxenit	1,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2	0,11 ± 0,05	4,1 ± 0,8

A HAIER által közölt, valóságosnál nagyobb értékek átmentek a geológia irodalomba (pl. CLARKnál (1966) a köpenybeli eklogitok urán-átlagértéke 0,1 g/t), és ahhoz a téves következtetéshez vezettek, hogy az eklogitok és a kőmeteoritok urániumtartalma lényegesen eltér. Az újabb adatok azonban éppen arról tanúskodnak, hogy a földköpeny és a szilikátmeteoritok uránium-tartalma közel azonos, ui. az akondritok 0,05 g/t, a kondritok 0,011 g/t, az eklogitok 0,042 g/t közepes urániumtartalmúak. Ugyanakkor a szovjet kutatók által tanulmányozott eklogitok kémiai összetétele is közel áll a kőmeteoritokéhoz.

A. P. VINOGRADOV kondritos földmodellje szerint az eredetileg kondritos összetételű anyag öves olvadása és differenciálódása vezetett a földkéreg kialakulásához. A kondritos modellt alátámasztja az a tény, hogy a köpenybeli eklogitok és piroptartalmú peridotitok összetétele sok esetben megegyezik az akondritok összetételével.

Az urán a kőzetalkotó ásványokba a kristályosodás viszonyaitól (nyomás és hőmérséklet) függően épül be. Az egyes ásványok egyensúlyi viszonyaitól függően az urániumtartalom a következő sorrendben csökken: gránát—spinell—monoklin piroxén—rombos piroxén—olivin—plagioklászok.

A bázisos kristályospalák („bázisos charnokitok") átalakulása eklogittá a szilícium, az alkáliák és az urán határozott mennyiségének felszabadulásával történik. Ezért az eklogit fácies kőzetei rendszerint kevesebb urániumot tartalmaznak, mint a granulit fácies kőzetei. A granulit fácies kőzetösszletei mélybesüllyedésekor a felszabaduló szilicium, alkáliák és velük együtt az urán is felfelé migrál. Az így létrejött eklogitos „zátonyon" át a közbetelepült intermedier és savanyú kőzetösszletek mintegy átjárót biztosítanak a savanyú magmás olvadékoknak. Az eklogitosodás folyamata során bekövetkező anyag-

változásban azonban a szilícium és az alkáliák mennyiségéhez képest az urán nium mennyisége kicsiny, s így a felső köpenyben létrejött magmákat kisebb urániumtartalom jellemzi, mint a kéregben keletkező, „palingén" magmákat.

Az urán ium mennyisége tehát a földkéregben és a felső köpenyben lefelé haladva a mélységgel fokozatosan csökken. (Az amfibolit fáciesbeli gránitgneiszek és a granulitok urániumtartalma két nagyságrenddel tér el a felső köpenybeli eklogitokétól.) Az elméleti jelentőségen túlmenően nagy gyakorlati jelentősége is van a precíziós γ-spektrometria alkalmazásának, amelyet először a jakutiai és pamíri kimberlitek U- és Th-arányának vizsgálatánál vezettek be. A kimberlitekben ui. a környező „trapp" képződményekhez viszonyítva jelentős a radioaktívelem-tartalom, ami lehetővé teszi a gyémánt tartalmú kimberlit testek γ-spektrometriás kutatását (2. táblázat).

2. táblázat

A különböző jakutiai kimberlitek és „trappok" radioaktív elem átlagai

Kőzetnév	Th 10^{-4}%	Koncentráció s%		
		U 10^{-4}%	K%	Th/U
Gyémánt tart. kimberlitek	8,43	2,63	0,13	3,2
Gyémánt-mentes kimberlitek	19,37	3,70	0,8	5,2
„trappok"	0,5—1,4	0,6—0,8	0,3	10,0

KÖNYVISMERTETÉSEK

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

A Föld szerkezete és fejlődése

(Akadémiai Kiadó, 1969)

Az Akadémiai Kiadó gondozásában megjelent 340 oldalas mű az általános — egész Földre vonatkozó — legújabb földkutatások eredményeit és az azok alapján kialakult elméleteket és a belőlük levonható következtetéseket tartalmazza.

A századok során felhalmozódott és a jelenben egyre fokozódó sebességgel halmozódó ismeretanyag már egy, sok szempontra kiterjedő, részletes földkép kialakítását is lehetővé teszi. A Föld fizikai, kémiai és biológiai jelenségei és folyamata között fennálló oksági kapcsolatokat és összefüggéseket nehéz felismerni és megbecsülni azok realitását, a földtest emberi mértékkel mérve óriási időbeli és térbeli méretei miatt. Az állandóan növekvő ismeretanyag azonban már lehetővé teszi ezeknek a nehézségeknek a leküzdését.

Ennek a törekvésnek sikeres megoldása Szádeczky-Kardoss Elemér említett könyve. A szerző — felhasználva sok évtizedes szakmai munkája során szerzett tapasztalatait és ismereteit — óriási munkával hidat ver a hosszú tudománytörténeti fejlődésre visszatekintő geológiai-geotektonikai felismerések, elméletek és az utolsó évtizedekben rohamosan fejlődő geofizikai-geokémiai mérési eredmények, ténymegállapítások és feltevések között. A mű felöleli az egész Földre érvényes, lényeges megállapításokat és összefüggéseket; ismerteti a párhuzamosan futó elméleteket és azok vélhető következményeit; mérlegeli a felmerülő feltevések, hipotézisek és elméletek viszonyát egymáshoz, tárgyalja megegyezéseiket és ellentmondásaikat. Kiválasztja az állandóan növekvő és részletekbe vesző adatáradatból az időt állót, a maradandót és az igaznak elfogadhatót.

A könyv elolvasása és alapos átértése — éppen a benne felhalmozott és az emlékezetben nehezen tárolható óriási ismeretanyag miatt — nem könnyű feladat. Ennek a szerző is tudatában van, mert megemlíti, hogy valószínűleg nem túlozunk, ha a földfejlődés tanulmányozását ez idő szerint az egyik legbonyolultabb természettudományi kérdésnek minősítjük.

A földtudományokkal foglalkozó szakemberek számára azonban a könyv alapos átértése elengedhetetlen, mert szemléletalakító gondolatai csak a teljes egység ismeretében érvényesülnek. A mű kézikönyvszerű használatát részletes irodalmi jegyzék, tárgy- és névmutató könnyíti meg.

Az öt részre oszló könyv fejezeteiben a szerző korábbi önálló kutatásainak eredményei is szerepet kapnak. Így tárgyalja a Kárpát-medence geológiai szerkezetének szelektív migrációs kialakulását és az őslégkör hatását a földtest földtani történetére és folyamataira. A szerző nagy súlyt helyez az illók vándorlása földtörténeti fontosságának kiemelésére és következtetéseiben fontos, új eredményekre jut. A gázdús (lassú disszipációs) modell ugyanis olyan mechanizmust nyújt, amely a szial-szima elkülönülést viszonylag alacsony, legfeljebb néhány 100° K hőmérsékleten is lehetővé teszi.

A könyv tanulmányozását — a feldolgozott tárgy említett nehézsége ellenére — megkönnyíti a szabatos és részletes irodalmi hivatkozás. Az egyes kutatók eredményei, állításai és véleményei jól illeszkednek az egész könyv egységes keretébe, mégis könnyen elkülöníthetők egymástól és a szerző felfogásától. A magyar kutatók eredményei és felismerései is arányos helyet kapnak a műben.

A könyvet igen gazdag, szép kivitelű, gondosan megváltozott ábrarendszer teszi érthetővé és könnyen kezelhetővé. A tetszetős nyomdai kivitel az Akadémiai Kiadó gondos munkáját dicséri.

Dr. Barta György

P. JORDAN

Die Expansion der Erde

(A Föld tágulása)

(Friedr. Viehweg & Sohn, Braunschweig. 182 old., 47 ábra)

A Föld tágulásának elmélete jelenleg a szakmai érdeklődés egyik középpontja. JORDAN könyve a földtágulás fizikai alapjaival és következményeivel foglalkozik.

Az első fejezet a DIRAC-hipotézist tárgyalja, amely szerint a gravitációs törvényben szereplő arányossági tényező (gravitációs állandó) nem állandó, hanem idővel lassan csökken. Ez a Föld tágulásának fizikai alapja. A következő fejezetek azokkal a földfelszíni jelenségekkel foglalkoznak, amelyek a Föld tágulásával hozhatók összefüggésbe. Ilyenek az árok-rendszerek, az óceánképződés, a vulkánok és — a szerző szerint — a lánchegységek és a jégkorszakok. Egy fejezet a Holdon észlelhető repedésekkel és a Föld—Hold rendszer fizikájával foglalkozik.

A könyv érdeme, hogy rendszerezi és összefoglalja a Föld tágulására vonatkozó ismereteinket. Sok gondolatébresztő új motívum is található benne.

Hibája, hogy — bár vizsgálja a tágulással nem összhangban állani látszó tényeket és érveket is, és érveléseiben igyekszik tárgyilagos maradni, ez nem mindig sikerül. Így a jégkorszakok magyarázatánál a KÖPPEN—WEGENER—MILANKOVITS elmélet hiányosságait a tágulással akarja magyarázni, vagy a lánchegységek keletkezésének okát a kontinenseknek a tágulási elméletből következő szükségszerű görbület-megkisebbedésében, „beszakadásában" látja. E hiányosságok miatt a könyv talán céljával ellentétben nem a szélesebb közönségnek való, hanem a témában járatosaknak, akik az egyes érvek súlyát vagy súlytalanságát jól meg tudják ítélni, és az összegyűjtött anyagot, valamint a szerző néhány újszerű gondolatát jól tudják hasznosítani.

A könyv magyar hivatkozásai megfelelően széleskörűek. Dr. Egyed László és Bacsák György munkásságára többször hivatkozik.

Dr. STEGENA LAJOS

TAKEUCHI — UYEDA — KANAMORI

Debate about the earth appreach to geophysics through analysis of continental drift

(Vita a Földről, geofizikai közelítés a szárazföldek vándorlásának elemzése útján)

(Freeman, Cooper and Co. San Francisco)

A tokiói egyetem három japán professzora 1964-ben eredetileg japán nyelven készült könyvének angol fordítású kiadására JABLONSKI Jenő, New Yorkban élő olajgeológus és geobotanikus hívta fel figyelmünket, s megküldte részünkre a könyvet is. A japán eredeti a Japán Rádió televíziós oktatási programjában az egyik szerző „Földtudomány" előadásából egészült ki társszerzős alakban, a Rádió Társaság kiadásában. Az angol kiadás külső kiállításban, színvonalas, logikus tárgyalási módjában, szellemes, közérthető stílusában, tömör lényeglátásában egészen kimagaslik a hasonló tárgykörű, gazdag világirodalmi alkotások közül.

A 253 oldalas könyv az előszó és fordítói bevezető után nyolc fejezetből áll, fejezetek szerinti ábrajegyzékkel, irodalommal s hasznos névmutatóval zárul. Az 1. fejezetben körvonalazza a Wegener-elmélet indítékait, s felsorol néhány Földre vonatkozó nyílt kérdést, melyek a Wegener-elmélettel megoldhatókká válnak. Ismertet több erre vonatkozó geofizikai tételt is.

A 2. fejezet a WEGENER-elmélet ellenzőinek, mellette szólóinak, bírálatoknak és cáfolatoknak meddő vitáját közli, ami hosszú ideig az elmélet félretételére, csaknem feledésbe merülésére vezetett. 1950-ben a földmágnességre vonatkozó új fölismerések hozták újból előtérbe.

A 3. fejezet a földi mágnesség alapvető tényadatait, elvi ismertetését adja.

A 4. fejezet a Föld kőzeteinek egyéni ősi mágnesessége és a földmágneses mezők térben és időben bekövetkezett helyzeti változásait tartalmazza.

5. A kőzetek mágnességvizsgálata a WEGENER-elmélet szolgálatában.

6. A földfejlődés termikus története a WEGENER-elmélet tükrében.

7. Az óceánfenék új eszközökkel és lehetőségekkel végrehajtott vizsgálati eredményei igazolják a földköpenyben a termikus konvekció jelenlétét. Ez idő szerint ez a legáltalánosabban elfogadható a kontinens vándorlások magyarázására.

8. Összefoglaló zárófejezeti megjegyzéseiben utal arra, hogy a tömegvándorlási elmélet gondolatát az atlanti partvonalak hasonlósága vetette fel, s azóta a földtani, őslénytani, őséghajlati kutatások sok bizonyítékot hoztak az elmélet mellett. A második világháború után újraéledt vitában különösen az ősmágnesség jelentős új vizsgálati eredményei, valamint az óceáni medencék nagyszabású kutatása tártak föl bizonyítékokat a vándorlás mellett.

Az illusztris szerzők szerint a könyv célja nem annyira az elmélet melletti vagy elleni érvek, tények, gondolatok egyszerű ismertetése, hanem az, hogy a földtudományok (földtan, geofizika, geográfia stb.) összességének fejlődése értelmében újravizsgáljuk a WEGENER-elmélet jelentőségét. Rámutatnak a szerzők arra is, hogy a földtudományok látszólag egymástól független tudományszakaszainak a szárazföldek vándorlására vonatkozó vizsgálatokban szoros összefüggésben kell tevékenykedniük.

Figyelemre méltó az a zárófejezeti szellemes megállapítás, hogy a földtudományok jelenleg abban a tudományos forradalmi állapotban vannak, mint a csillagászat KOPERNIKUS és GALILEI, a kémia az atomok és molekulák bevezetése előtt, a biológia az evolúció előtt, a fizika pedig a kvantummechanika előtt voltak. További vizsgálatainkban nem elegendő tehát az átlagminőségre törekedni, hanem mennyiségre irányulóan kell vizsgálnunk a földkéregbeli tömegmozgásokat, felszínváltozásaik és mélységi helyzetük méreteinek mennyiségi megállapításával. Mindenkor a Föld fejlődéstörténeti szemléletében: tér és idő együttesében.

Végeredményben ez a könyv a magasszintű természettudományos ismeretterjesztés példamutatója lehet a hazai széleskörű TIT, sőt Rádió—Televízió előadások számára. Egészében magyarul, akadémiai szinten, kiadásra érdemes volna.

Dr. VADÁSZ ELEMÉR

TAKEUCHI HITOSHI

Theory of the earth's interor

(A föld-belső elmélete)

(Blaisdell Publishing Co. 1966. 27 ábra, 131 old.)

A vektorokról és tenzorokról szóló bevezető után a könyv második fejezete a geofizika alapegyenleteit foglalja össze. A harmadik fejezet a rugalmasságtant és a hullámterjedést tárgyalja; megemlítendő a véges feszültségek elmélete. Végül a negyedik fejezet a viszkózus folyadékmozgással és az elektromágnesességgel foglalkozik; a konvekciós áramlásokat, a dinamó-elméletet, a konvekciós áramlások és a Föld mágneses terének kapcsolatait vizsgálja.

Mint a fentiekből kitűnik, a könyv a címbeli feladatnak csak egy részét tárgyalja. Ezeket sem a konkrét, részletes problémafelvetéssel. Ennek ellenére igen jó könyv; pontosan megírt formában összefoglalását adja azoknak az elvi alapoknak és matematikai apparátusnak, amelyeket a föld-belsőt kutatók munkájuk folyamán felhasználnak. A könyv méltó társa PARASNIS D. munkájának, amely az alkalmazott geofizika elvi alapjait foglalja össze.

Dr. STEGENA LAJOS

D. T. DONOVAN

Stratigraphy

(An introduction to principles)

(Rétegtan. Bevezetés az alapelvekbe)

(London, Th. Murby and Co. 1966. 199 pp., 34 fig)

A rétegtan földtörténeti tudományág, a rétegezett vagy üledékes kőzetek eredetével, kifejlődési módjával, helyzetével, elrendeződésével és a Föld különböző területrészein megállapítható települési sorrendjével foglalkozik. Ezeknek a sokféle földtani tényező működéséből eredő folyamatoknak vizsgálati meghatározása a földkéreg csaknem egészének kulcsa, s időbeli meghatározásaik a földfejlődés menetét, irányát, minőségben, mennyiségben és időtartamban összehasonlítható mértékben, földtani törvényszerűséggel rögzítik. Ebben a korszerű fölfogásban az előttünk levő könyv példás tömörséggel a rétegtan általános vizsgálati módszertanát, a területi leírásokból levont törvényszerűségek, alapfogalmak elemző összehasonlító ismertetését adja, szemléletes történeti aláfestéssel, táblázatos áttekintéssel, főként Anglia és Észak-Amerika földtani kifejlődésének alapján. Ez a szemléltető mód ezúttal hasznos és indokolt, mert a rétegtani rendszerezés, különösen a földkéreg őskori, ókori és középkori képződményeire vonatkozólag, Angliából indult ki, s a földkéreg ezen terület részein az idősebb alaphegységek rétegsorainak felszíni kiemelkedett helyzete sokféle árnyalatban tanulmányozható. A könyv előszavában az illusztris jura-specialista szerző hangoztatja, hogy terminológiai és rendszertani tekintetben az angol nyelvterületeket veszi alapul a brit és észak-amerikai használatban levő különböző megjelölések egyeztetése céljából.

A nyolc fejezetre osztott könyv minden fejezetében a legkorszerűbb rétegtani általános alapelvek logikus összefüggés szerinti tárgyalását találjuk. Az 1. fejezet a rétegek, rétegösszletek időrendi egymásutánját s annak tudománytörténeti kialakulását tárgyalja. Nagy érdeklődésre tarthat számot az 1. ábra táblázata, SMITH W., a „rétegtan atyja" 1799-ben készült első rétegsorrendjéről, a mai rétegszintek, emeletek összehasonlításával. A 2. fejezet a szerves maradványok jelentőségét ismerteti a rétegösszletek azonosításában (biosztratigráfia) SMITH, LYELL, D'ORBIGNY, DE LA BECHE, CUVIER, DARWIN, HUXLEY, OPPEL-féle vezető alakok mindmáig érvényes jellemző zónabeosztásának történeti fejlődésével. A kihalt állattörzsek, nemek, nemzetségek (Graptoliták, Trilobiták, Korallok, Brachiopodák, Krinoideák) a paleozóikumban, a Cephalopodák a paleozóikumban és mezozóikumban genetikailag megállapítható rétegtani kereteket, öveket, szinteket jelző makrofossziliák; a kagylók, csigák alárendeltebb szerepűek, s csak a kainozóikumban válnak egyes fajok szintjelzős formákká (Fig. 8). Különösen tanulságos a földtörténeti rendszerben összefoglalt európai és amerikai üledékszakaszok és övek időtartama, üledékvastagság és élettartam kapcsolatának összehasonlító táblázata (71. old.), valamint az észak-amerikai kambrium beosztásának, üledékszakaszainak és faunaöveinek táblázata (12. ábra). A 3. fejezet a kőzettani azonosítás — párhuzamosítás kérdéseivel és fogalmaival foglalkozik, a rétegsorok külszíni föltárásokban nyomozható kifejlődési szakaszainak, ismétlődési fogalmainak értelmében (cyklothem, üledékritmus), valamint a fúrások rétegösszletei párhuzamosításának elektromos szelvényezési módszereivel (14. ábra). A 4. fejezet a rétegtani tagozatok 600 millió éves időmértékének radiometrikus vizsgálati módszerével, az abszolút kormeghatározás jelentőségét ismerteti, tekintettel a hegységképződési nagyszakaszokra, az amerikai prekambrium nagy vastagságú átalakult kőzetösszletének és a würmi eljegesedésnek tagolására; az utóbbinak az európai kőkorszak kultúrfokaira való vonatkoztatásával (16. ábra). Az 5. fejezet az üledékek medencebeli helyzetüktől függő változatos kőzetjellegének és faunatartalmának összefüggését, a földtani kifejlődés (fácies) lényeges példázatát tárgyalja különböző korú európai jura, karbon, permi rétegösszletek jellegzetességeivel. A 6. fejezet az üledékképződés folyamatos, megszakadó vagy kimaradó voltát, a rétegzavarok, üledékhézagok, rétegzettségi zavarok, réteghatárok, rétegközök egyenetlenségei okozta magyarázatának következményeit ismerteti, az angol és orosz települési szakfogalmak egyeztetésével (disconform, unconform, parallel diszkonformitás, nonconformitás, eltérő kőzetanyag — láva, piroklasztit egyenlőtlen közbetelepülés, szögdiszkordancia, angular-unconformitás, többnyire eltérő kőzettel, heterolitos stb.). Ezek a szétkülönítő elemzésű szakkifejezések magyar megfelelő szakszavakra várnak. A rétegtani rendszerezés fejezete BUCKLAND és SMITH kezdeti megjelöléseiből kiinduló történeti fejlődéssel, a Nemzetközi Földtani Kongresszusok fórumának időközönkénti ellenőrző megvitatása szerinti változások korszerű alapján, az idő és tér nagy és kis egységeinek hierarchikus elfogadásával történik. A zárófejezet az üledékösszletek országonként, sőt

kifejlődési terület-részenként eltérő módon értelmezhető, vitatott vagy vitatható határkérdéseinek egyeztetési lehetőségeivel foglalkozik.

A kötet tartalmi részét hasznosan egészíti ki a 143 címből összeállított irodalomjegyzék, amelyben ezúttal kivételesen nemcsak az angol nyelvű könyvek és tanulmányok, hanem minden más nyelvű, különösen a kérdések továbbfejlesztéséhez nélkülözhetetlen alapvető orosz munkák is megtalálhatók. A fogalmak fölkeresését s a könyv használatát segíti a regiszter is.

Rövid tartalmi vázlatunk szakemberek számára kielégítően igazolja a könyv kitűnőségét, újszerűségét, példás történeti szemléletét. Olvasmányos voltát, logikus tömör stílusa segíti, az angol nyelvben nem tökéletes, de szakmailag képzettek számára. Nehezebb megállapítani a könyv jellegét. Nagy földtani alapismereti fölkészültséget igénylő volta miatt ismeretterjesztőnek alig tekinthető. Viszonylag kisebb terjedelme szerint teljességre igényt tartó kézikönyv nem lehet. Valószínűleg tankönyv sem lehet, legföljebb a szakképzés magas fokán, sokrétű szakmai és általános természettudományi előismeretek birtokában. Mindez nem gyengíti a könyv kitűnőségét, szükségességét, amit szerzője azzal indokol, hogy hasonló részletes, korszerű angol rétegtani könyv eddig Angliában nem volt.

Dr. VADÁSZ ELEMÉR

Geologischer Führer der Schweiz — Guide géologique de la Suisse

2. kiadás. — Wepf et Co. Verlag. Basel, 1967. pp. 1—926. 1 színes térképmelléklettel és 274 szövegközti ábrával

A földtan egyik legizgalmasabb kérdése a bolygónkat átfogó lánchegység-rendszerek szerkezetének és kialakulásának problémája. Svájc, amelynek területe a Jura-hegységen, a molassz-medencén és a Nyugati Alpok tekintélyes részén kívül a Keleti Alpok Ny-i részét is magába foglalja, pompás feltárásainál fogva nemcsak a földtani részletmegfigyelések számára nyújt bőséges lehetőséget, hanem azok egységes képbe foglalása tekintetében is immár fél évszázada szolgál mintául. A gyűrthegységi tektonikának nemcsak számos kinetikai eleme (átbuktatott, fekvő- és takaróredők, lenyíródás) vált innen szorgos és önfeláldozó munkával ismertté, hanem — a Francia Alpok csatlakozó részeivel együtt — ez az ország lett a lánchegységekre ma már általánosan elfogadott takaróelmélet iskolapéldául szolgáló, legfőbb demonstrációs területévé is. Megkönnyíti ebbeli szerepének betöltését Európa szívében való fekvése, tájképi szépségein alapuló óriási idegenforgalma, közlekedésének, kulturális és technikai létesítményeinek fejlettsége, nem utolsó sorban pedig a svájci földtani iskola nemzetközileg elismert, nagy tekintélye.

Különböző felépítésű tájainak bemutatását kívánta előmozdítani a Svájci Földtani Társaság (Schweizerische Geologische Gesellschaft, Société Géologique Suisse), amikor fennállásának 50. évfordulója alkalmából — 1934-ben — Svájc földtani kirándulásvezetőjének első kiadásával ajándékozta meg a világ geológusait. E mű példányait azonban időközben teljesen kiárusították. A már több éve fennálló hiány pótlása céljából a Társaság — elnökének, HÉLI BADAUXNAK a javaslatára — új kiadás kibocsátását határozta el.

A vezető szövegének teljes újraírását az a haladás tette szükségessé, amit a svájci geológusok hazájuk földjének megismerése terén három évtized alatt elértek, és hogy a bejárások az autóközlekedés általánossá válásával jelentékenyen meggyorsultak.

A vezető első füzetének 44 oldala — BADOUX H. professzor tollából — az általános áttekintésé. Ez a részletek tekintetében CADISCH J., illetve HEIM A. alapvető műveire (Geologie der Schweizer Alpen, Geologie der Schweiz) utaló összefoglalás — némi egyszerűsítés árán ugyan, de — példás tömörséggel tájékoztat a Jura, a molassz-medence és a különböző alpi övezetek fejlődéstörténeti összefüggéseiről. Különösen didaktikusnak tűnik, hogy az utóbbiakat nem mai elhelyezkedésük, hanem genetikai összefüggésük sorrendjében tárgyalja. Ennek következtében az *autochton kristályos masszívumok* (Aiguilles Rouges, Mont Blanc, Gastern, Aar, Tavetsch és Gotthard), valamint ezek közvetlen üledékburkának ismertetése megelőzi a *helvéciai takarókét*. Az utóbbiak üledékanyaga ui. az autochton masszívumok D-i oldalán fennállott egykori üledékgyűjtő medence sekélyebb É-i, illetve mélyebb D-i részéből származik (felső-helvéciai, illetve ultrahelvéciai takarók). — A helvéciai takarók fölött helyezkedik el a Rhône-völgy két oldalán (a molasszra rátolt helyzetben) az Előalpok négyes takarótömege, amely K-felé már csak viszonylag kicsiny „szirtek" alakjában nyomozható. Az egyes résztakarók eredete vitatott. Bizonyos részleteik a D-ebbre következő pennini kristályosból, illetve

annak „briançoni" üledékburkából, mások még délebbről, esetleg a kelet-alpi geoszinklinálisból tolódtak mai helyükre.

A helvéciai takarórendszertől D-re levő alpi főzónát a vezető három főrészre tagolja: *1.* Legmagasabbra kiemelt (eredetileg tehát legmélyebb) a gneiszből, csillámpalából, triászból és mezometamorf „schistes lustrées"-ből álló *simplo-tessini-takarók* központi helyzetű csoportja. Erre Ny felé *2. a Valais-i penninikum*, K felé *3. az Alpes grisonnes* támaszkodik. A két utóbbi terület takarói két rendszerbe foglalhatók össze: a) *alul* a pennini, b) *felül* az osztrák-alpi takarók rendszerébe.

A *Valais-i penninikum* két mélyebb egysége közül a Monte Rosa takarója főleg gneiszből és ofiolitokból áll; a Nagy Szt. Bernát takarója viszont ezenkívül már karbon, perm és triász kőzeteket és ezekre települt epimetamorf „schistes lustrées"-t is tartalmaz. Hasonló összetételűek az *Alpes Grisonnes* mélyebb helyzetű pennini takarói is (Adula, Tambo és Suretta). A magasabb pennini takarók némelyikének ellenben már kövületekkel igazolt (részben flis fáciesű) triász—eocén rétegsora is van (Schams és Platta).

Felettük az *alsó osztrák-alpi takarórendszer* következik. Ennek DK-i két főrésze közül csak a Berninának a „gyökerét" ismerjük, az Err lenyírt takaró. E két kristályos takaró üledékburkának egy része — két, egymás fölötti egységet alkotva — É felé vonszolódott (Falknis és Sulzfluh); ezeket az Alsó Engadin tektonikai ablakában a Tasna takarója helyettesíti. Ny-on — Valoisban — viszont a Dent Blanche takarója az, amely, tektonikai stílusa, igen gyönge alpi metamorfózisa, valamint gneisz-, gránit- vagy granodiorit talapzaton nyugvó mezozóikumának kifejlődése révén, elüt az alatta levő pennini takaróktól és inkább egy, a „schistes lustrées" mély üledékgyűjtőjétől D-re fekvő („osztrák-alpi") medencerészből származik.

A takarórendszer csúcsán álló *középső* és *felső osztrák-alpi* egységeket olyan, vastag kristályos talapzatra települő mezozóikum jellemzi, amelynek sorozata alpi kifejlődésű triásszal kezdődik és a kréta közepén megszakad. A kristályos rész két takarót formál: az alsó Campo-i (vagy középső osztrák-alpi), a felső a Silvrettai, illetve Ötztali takaró. A Campo-nak a Silvrettai takaró áttolódásakor lenyeződött üledékburka az Engadini Dolomitok, az Aela és az Arosai Dolomitok takarói képében áll ma előttünk. A silvrettai és ötztali kristályos É-felé tolódott üledékburka viszont az Allgäu-i, Inn-völgyi és Krabachjoch-i takarót formálja.

A felső osztrák-alpi takarórendszert a gargelleni és az alsó-engadini tektonikai ablak lyukasztja át. Az utóbbinak a DK-i szélét kihangsúlyozó ÉK—DNy-i törés az Inn völgyét követi.

A Tessini Alpok D-i oldalán a Sesia völgyétől Locarno irányába húzódik a felső-penninikumnak erősen elkeskenyedett és meredekre állított gyökérzónája, amelynek K-i folytatását oligocén-pliocén kori poszttektonikus gránitok és vulkanitok feltörése jelzi.

Ettől D-re, Locarno és Lugano között, a Déli-Alpok kristályos övezetét prehercin kristályos palák és migmatitok építik fel, amelyeket kétségtelen herciniai tektonizmus ért. Az utóbbihoz kapcsolódik — már olasz földön — a bavenói gránit feltörése is.

Svájc legdélibb csücske, Lugano és Chiasso között a Déli Alpok perm—cenomán rétegsoraiban végződik.

Ezt a jelentősen leegyszerűsített képet a TRÜMPY R. professzor vezetésével összeállított színes térkép igyekszik országosan összefoglalni. A térkép összevonásai a BADOUX-féle szöveggel és ábrákkal nincsenek mindenütt összhangban. Természetes következménye ez annak a törekvésnek, amely ily nagy szerkezeti bonyolultság mellett az értelmezés különböző lehetőségeit is érzékeltetni óhajtja.

Az értelmezés egységének a hiánya lehet az oka, hogy a pennini és az osztrák alpi takarók rendszerének szelvényszerű ábrázolása elmaradt. Ennek birtokában pedig talán egy országos földtani szelvény készítése nem lett volna nehéz! Lehet, hogy a főbb takaróegységek rétegsorai közti eltérések táblázatos összefoglalása kissé sematizálta volna a különbségeket, a szöveges leírásnál azonban kétségtelenül élesebben világított volna rá azokra.

A mű zömét a 8 füzetbe elosztott és Svájc minden fontosabb földtani egységét felölelő 44 útvonal-leírás (itinerárium) tölti ki. Ezek összeállításában (a már halott STAUB R.-ot is beleszámítva) 62 geológus vett részt. Egyéni tapasztalatokat és véleményeket bőségesen kiaknázó, hatalmas kollektív munkáról van tehát szó, amelynek formai egységét a LOMBARD Au., NABHOLZ W. és TRÜMPY R. professzorokból álló szerkesztő bizottság biztosította. Minden egyes itinerárium a felkeresni kívánt útszakaszokra vonatkozó (az útviszonyokat, parkírozási lehetőségeket, sőt a nyelvhatárokat is felölelő) általános áttekintés után a szükséges topográfiai és földtani térképek s a legfontosabb irodalom felsorolásával folytatódik. Az érintett terület felépítéséről szóló összefoglalást végül a helyszínvázlatokkal és részletszelvényekkel bőségesen megtűzdelt túraszövegek követik. Ezek arányai és a látnivalók értelmezése a terület bonyolultságához és az egyes szerzők temperatumához igazodnak. Az ebben való tájékozódást az eltérő értelmezések módjára utaló jegyzetek teszik lehetővé.

A műben összefoglalt anyag sokkal bőségesebb annál, hogy azzal itt részletesen foglalkozhatnánk. Meg kell elégednünk tehát annak hangsúlyozásával, hogy a vezető nemcsak azoknak nyújt kitűnő és nélkülözhetetlen tájékoztatást, akik a helyszínen túrázva élvezhetik Svájc különleges földtani adottságait, hanem mindazoknak is, akiknek csak távolból nyílik alkalmuk a lánchegységek szerkezetének és törvényszerűségeinek tanulmányozására.

Dr. Balogh Kálmán

MADELEINE NEUMANN

Manuel de micropalaéontologie des Foraminifères

Systématique — Stratigraphie

(A Foraminiferák mikropaleontológiájának kézikönyve.)
(Gauthier—Villars, Paris 1967)

Az oktáv méretű, 297 oldal terjedelmű könyv nemcsak a Foraminifera-kutatóknak, hanem minden őslénytani-rendszertani munka készítőjének a figyelmét megérdemli. Foraminiferákról rengeteg adatot tartalmaz, bizonyos tekintetben újszerű kezeléssel. Arról pedig általános érvényű tanulságokat is nyerhetünk e könyvből, hogy bármely más rendszertani csoportban is miként lehetne keretek szabatos ismertetését, értelmezését adni, meghatározásukat megkönnyíteni.

Meg kell azonban említeni, hogy a könyv címe kissé félreérthető. Nem derül ki ugyanis a címből, hogy a könyv *nem* a foraminiferológia egészét tartalmazza, hanem az általános részen kívül csak a rendszertannak az elejét, a négy főcsoport (vagy alrend) közül az elsőt nem teljes egészében.

Mind a cím, mind az előszó és a bevezetés kiemeli a könyv rétegtani fontosságát. Ez is kissé túlzás. Igaz, hogy minden nemzetségnél egyenként és a családoknál összefoglalóan megadja a korabeli elterjedést, de csak a nemzetségek definícióit adja, fajokét nem. Aránylag kevés fajt is ábrázol (definiálás nélkül!), igen gyakran csak egyet egy nemzetségből, a típusfajt. Márpedig a Foraminifera-nemzetségek nagy része hosszú életű, nemzetség meghatározásával csak ritka esetben dönthetjük el a rétegtani hovatartozást.

Az általános részben rövid helyet kap az élettan, és túlságos rövidet a laboratóriumi technika (csiszolás, iszapolás); túlnyomó részét a ház általános alaktani ismertetése foglalja el. Kitűnő ábrákkal és világos szövegezéssel ismerteti, hogy milyen lehetőségek vannak a Foraminifera-ház alakulásában, mely jellegeket kell tekintetbe venni a definiálásnál. Már itt is nagy súlyt fektet a ház metszeteinek vizsgálatára, s ezt azután a rendszertani részben teljes mértékben szerepelteti is. Az alaktani leírások terminológiáját félreérthetetlenül megvilágítják az ábrázolások.

A rendszertani részben igen nagy terjedelmet kap a szemléltető rész (51 oldal ábra). Érdekes a családokon belül alkalmazott, majdnem határozókulcs-szerű tagolás, elágazós (bifurkáló vagy polifurkáló) többlépcsős csoportosítása. A csoportosítás alapjául általában mind az életmód, mind az alaktani (mértani) jellegek szolgálnak. Ezek a beosztások azonban határozottan „mesterséges rendszer"-jellegűek, ezért indokolt, hogy ne kapjanak alcsalád neveket.

A könyv értékét végső fokon az döntheti majd el, hogy az egész anyag közlése után a ház-metszetekre alapított határozások gyakorlatilag mennyire keresztülvihetők.

Széles Margit

ABELLA MIKLÓS, BALOGH BÉLA ANDRÁS, BENCZE IMRE, BORA GYULA, DUDÁS GYULA, ENYEDI GYÖRGY, Á. HANICSEK ZSUZSA, JAKUCS PÁL, KATONA SÁNDOR, LETTRICH EDIT, MIKLÓS GYULA, PÉCSI MÁRTON, SÁRFALVI BÉLA, SZÉKELY ANDRÁS, SZILÁRD JENŐ, V. TAJTI ERZSÉBET

Európa I—II.

(Szerkesztették: Marosi Sándor, Sárfalvi Béla)

(Gondolat Kiadó 1968, 2 kötet. Első kötet: 576 oldal, 84 térkép és ábra, 137 fekete, 8 színes fénykép. Második kötet: 564 oldal, 85 térkép és ábra, 118 fekete, 8 színes fénykép)

A földrajzi kutatások jelenlegi erősen differenciálódó korszakában továbbra is fontos és egyben felemelő feladata a geográfusoknak, hogy korszerű és színvonalas regionális természeti- és gazdaságföldrajzi ismeretterjesztő irodalommal ellássák a geográfia iránt érdeklődő igényes nagyközönséget.

A felszabadulás után a földrajzzal szemben támasztott társadalmi igények a kutatások új útjait, új területeit nyitották meg, s így a regionális földrajzban is a hatvanas évek elején indult meg a modern és színvonalas, marxista eleveken nyugvó ismeretterjesztő regionális földrajzi irodalom megteremtése, amikor is FUTÓ JÓZSEF sikeres vállalkozása nyomán a Gondolat Kiadó megjelentette az „Afrika" és a „Közép- és Dél-Amerika" köteteket. A két kontinens országait tárgyaló könyv közönségsikere nyomán bebizonyosodott, hogy a további földrészeket feldolgozó marxista leíróföldrajzi kötetek sürgető társadalmi szükségletet jelentenek.

Ezt felismerve a Földrajztudományi Kutatóintézet az 1966—1968 évekre szóló hároméves kutatási tervébe iktatta, hogy az alapkutatási feladatok elvégzése mellett — egyetemi oktatókkal karöltve — kollektív munkával elkészíti a világrészeket ismertető sorozat harmadik tagját, az Európa-köteteket.

Az Európa kötetek világleíró földrajzi feldolgozás, s így annak megírása nemcsak önálló kutatásokra, hanem döntően a tárgykör nemzetközi szakirodalmára épült. Megállapítható viszont, hogy nem kis feladatot jelenthetett a bőséges nemzetközi irodalomból való optimális merítés, a szöveges részek marxista elemzése, illetve átdolgozása, az adatok összehasonlító munkálata, s mindezeknek a szerzők személyes élményanyagával való átfűzése. Különösképpen elismerést érdemel a szerkesztők gondos munkája, akik 16 szerző feldolgozó munkája esetében is biztosítani tudták a kialakított szempontok egységes érvényesítését. Az egyes országok súlyuknak megfelelően, arányos fejezetekké kovácsolódtak, ami a politikai, társadalmi és gazdasági fejlődés különböző útján haladó és különböző fejlődési fokán álló 33 kisebb-nagyobb európai ország esetében különösen figyelemreméltó eredmény. Ugyancsak a szerkesztők érdeme, hogy az egyes szerzők által megírt fejezetek között felfogás és stílusbeli különbséget alig lehet érzékelni.

Az első kötetnek mintegy fele kontinensünk egészének, majd egyes nagy természeti földrajzi tájegységeinek földrajztörténeti múltjával, a mai felszíni és domborzati viszonyok kialakulásával, továbbá éghajlati jellemzésével, vízrajzi-, növény- és állatföldrajzi képével foglalkozik. A mű elején egy-egy rövid fejezet Európa népessége és gazdasága általános tudnivalóit, a földrész fogalmát, megismerésének történetét vázolja.

Az egyes országok szerinti részletes regionális gazdasági földrajzi ismeretanyag sorát az észak-európai országok nyitják meg, majd Ny-Európa államainak jellemzése következik. A második kötetben először Közép-Európa kapitalista, majd szocialista országai, s végül D-Európa államainak ismertetése történik. A közép-európai országok sorában Magyarország tömör regionális földrajzát is megtalálhatjuk. Az európai országok taglalása a Szovjetunió határánál megáll. A Szovjet állam egyben ázsiai nagyhatalom is és önálló kötetben kerül tárgyalásra.

E több mint 1100 oldalas munka egyes fejezeteinek és esetleges vitás kérdéseknek részletes kritikájára e könyvismertetés keretében nem vállalkozhatunk. Szükséges azonban hangsúlyozni a kötetek módszerbeli, felfogásbeli és szerkesztési újszerűségét. Szembetűnő eredmény, hogy a szerzői kollektíva szakítani tudott azokkal a korábbi hagyományokkal, miszerint az egyes térségek és országok ismertetésénél a teljességre való törekvés a döntő. A ma emberének szóló regionális földrajzi munka akkor mondható jónak, ha az a leglényegesebb termelési ágazatokat hangsúlyozza, rávilágít azok természeti, gazdasági és társadalmi kapcsolatainak összefüggéseire, amelyek döntően motiválják az adott országok világgazdaságában betöltött

helyzetét és szerepét. Az Európa kötetek e feladatot nagyszerűen oldották meg, mivel éppen a lényeg kiemelésére való törekvés kapott döntő szerepet. A szerzők és a szerkesztők e cél szolgálata érdekében igen találó címeket fogalmaztak, melyeket olvasva máris tömör jellemzést kaphatunk Európa egészének, azon belül az egyes körzeteknek, országoknak természeti- és gazdaságföldrajzi helyzetéről, viszonyairól. Hogy csak néhány példát ragadjunk ki, Hollandia esetében a „Fennmaradók" alcím a holland földnek sajátos felszíni adottságaiból eredő gigászi harcára irányul. A „Delta terv" és a „Zuidersee program" alcímek viszont a modern Hollandia grandiózus küzdelmére utalnak, amely az ország területe fenntartására és növelésére irányul.

Úgy véljük, hogy a kötetek fejezetein végig a gondosan összeválogatott találó és a lényeget legjobban kifejező címek és alcímek nagyszerűen szolgálják a világ országai iránti érdeklődés felkeltését még olyanoknál is, akik korábban kevesebb figyelmet tanúsítottak a földrajzi szakirodalom iránt.

A Kartográfiai Vállalat által szerkesztett térképmellékletek, kartodiagramok és egyéb ábrák világosak, egyszerűek és jól szemléltetik, ill. hangsúlyozzák a szöveg mondanivalóját. Örvendetes, hogy a képanyag szerzői nagyrészt hazai geográfusok.

A mindkét kötet végén fellelhető mellékletek, irodalomjegyzék, összesítő statisztikai adatok táblázata, valamint teljes név- és tárgymutató szintén jól kiegészítik a könyvet.

A szerzők nem csupán hiányt pótolnak az Európa kötetekkel, hanem világos és közérthető okfejtésekkel jó szolgálatot tesznek gyorsan fejlődő világunkban Európa és más kontinensek országai gazdasági életében, társadalmi fejlődésében bekövetkezett mélyreható változások iránti érdeklődés felkeltésében, a természeti és gazdasági földrajzi, valamint a politikai és társadalmi változások dialektikus összefüggéseinek megismerésében.

Mindent egybevetve megállapítható, hogy a tudománynépszerűsítő földrajzi irodalom érdekes kötetekkel gazdagodott, amelyek jól szolgálják a természettudományi gondolkodást, az ideológiai, társadalmi és politikai kérdések összefüggéseit megismerni kívánó nagyközönség ezirányú igényét. A korszerű elvekre épült kötetek módszertanilag jó például szolgálhatnak a sorozat továbbfolytatására.

Dr. Rétvári László

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki szerkesztő: Merkly László

A kézirat nyomdába érkezett: 1969. V. 20. — Terjedelem: 14 (A/5) ív

69.67682 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

Ára: 30,— Ft

TARTALOMJEGYZÉK

A MTA 1968. ÉVI KÖZGYŰLÉSÉNEK OSZTÁLYÜLÉSI ANYAGA

Szádeczky-Kardoss Elemér: Az 1968. évi közgyűlési osztálybeszámoló (kivonat) 183
Szádeczky-Kardoss Elemér: 1968. évi tudományos eredmények „*Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása*" című kiemelt feladatterén 185
Szádeczky-Kardoss Elemér: A kéreg és köpeny kölcsönhatása a Kárpáti-medencék környezetében 197
Pantó Gábor: Hozzászólás *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus, osztálytitkár beszámolójához (tudományos szervezés) 207
Barta György: Hozzászólás: *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus osztálytitkárnak, az 1968. évi közgyűlésen elhangzott tudományos beszámolójához. A Kárpát-medence energiaháztartásának néhány kérdéséről 209
Pantó Gábor: Hozzászólás *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus, osztálytitkár beszámolójához (tudományos főfeladat) 217
Stegena Lajos: Aktivációs energiák mérése 219
Stegena Lajos: Hozzászólás *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus tudományos előadásához. A Moho-felület természete és a földkéreg átalakulása 221

ÉRTEKEZÉSEK, HELYZETKÉPEK

Barta György, Le Minh Triet: A földmágneses alapkutatás néhány időszerű kérdéséről 227
Gyulay Zoltán: A kőolajtermelés problémái 245
Kisvarsányi Géza: Földtani térképezés elektromágneses hullámokkal 251
Majzon László: A hazai mikropaleontológiai vizsgálatok helyzete és feladata 257
Pantó György: Az elektron mikroszonda működése és földtani vonatkozásai 263
Szolnoki János: A mikrobák geokémiai szerepe. I. A kén geomikrobiológiája 283

TANULMÁNYÚTI-KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓK

Bárdossy György: Üledékföldtani, kőzettani és bauxitföldtani laboratóriumi anyagvizsgálati módszerek újabb eredményei a Szovjetunióban 303
Pécsi Márton—Enyedi György: Beszámoló a XXI. Nemzetközi Földrajzi Kongresszusról . 311
Béll Béla: A Meteorológiai Tudományos Bizottság 1968. évi tudományos ülései 315
Enyedi György: A III. francia—magyar földrajzi kollokvium Budapesten 317
Pécsi Márton: A hegységek és előterük lepusztulásformáinak kutatásáról rendezett nemzetközi szimpózium főbb eredményei 319
Szilárd Jenő: A nemzetközi lösz-periglaciális-paleolit szimpózium főbb eredményei..... 323
Tárczy-Hornoch Antal: A magnetotellurikus szondázások munkacsoportjának 1968. évi szeptemberi budapesti munkaértekezletéről 325
Póka Teréz: Újabb adatok a földköpeny összetételéről 329

KÖNYVISMERTETÉSEK

Barta György: Szádeczky-Kardoss Elemér: A Föld szerkezete és fejlődése 333
Stegena Lajos: P. Jordan: Die Expansion der Erde 334
Vadász Elemér: Takeuchi—Uyeda—Kanamori: Debate about the Earth, Appreach to Geophisics through Analysis of Continental Drift 334
Stegena Lajos: Takeuchi Hitoshi: Theory of the Earth's Interior 335
Vadász Elemér: D. T. Donovan: Stratigraphy (An Introduction to Principles) 336
Balogh Kálmán: Geologischer Führer der Schweiz (Guide géologique de Suisse) 337
Széles Margit: Madeleine Neumann: Manuel de micropalaéntologie des Foraminifères Systématique—Stratigraphie 339
Rétvári László: Abella M., Balogh B., Bencze I., Bora Gy., Dudás Gy., Enyedi Gy., Á. Hanicsek Zs., Jakucs P., Katona S., Lettrich E., Miklós Gy., Pécsi M., Sárfalvi B., Székely A., Szilárd J., V. Tajti E.: Európa I—II. 340

Megjelent 1969. X. hó 26.-án Index: 26.510

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK

KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

EGYED LÁSZLÓ, FÜLÖP JÓZSEF, PÉCSI MÁRTON, TÁRCZY-HORNOCH ANTAL,
ZAMBÓ JÁNOS osztályvezetőségi tagok

2. KÖTET 4. SZÁM

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

1970

X. OSZT. KÖZL.

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

2. KÖTET, 4. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST V., MÜNNICH FERENC UTCA 7.
KIADÓHIVATAL: BUDAPEST V., ALKOTMÁNY UTCA 21.

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

A kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia
Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest V., Münnich Ferenc utca 7.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Megjelent munkájáért minden szerzőt száz különlenyomat illet meg. A közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttatja a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest V., Alkotmány utca 21. Pénzforgalmi jelzőszámunk: 215—11488), külföldi megrendelések a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest I., Fő utca 32., Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 43-790-057-181) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának idegen nyelvű kiadványai az *Acta Geologica* és az újonnan megindult *Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica* c. folyóiratok. E lapok hivatottak a magyar föld- és bányászati tudományok eredményeinek legjavát, egyes kiváló külföldi tanulmányokkal együtt, a külföldnek tolmácsolni. A cikkek angol, német, francia vagy orosz nyelven jelennek meg (lehetőleg a szerző kívánsága szerint), a cikk nyelvétől eltérő nyelvű összefoglalóval. A cikkeket magyar vagy a szerző választotta idegen nyelven (és magyar nyelven) kell a szerkesztőségek címére (Budapest V., Münnich Ferenc u. 7.) beküldeni.

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK

KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

EGYED LÁSZLÓ, FÜLÖP JÓZSEF, PÉCSI MÁRTON, TÁRCZY-HORNOCH ANTAL
ZAMBÓ JÁNOS osztályvezetőségi tagok

2. KÖTET

AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

1970

X. OSZT. KÖZL.

TARTALOMJEGYZÉK

II. KÖTET
1—2. szám

AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓK, NEKROLÓG

Szádeczky-Kardoss Elemér: Bevezetés *Hazay István* székfoglalójához .....
Hazay István: Vetületek alkalmazása ellipszoidi számításokhoz 1
Szádeczky-Kardoss Elemér: Bevezető *Fülöp József* székfoglalójához 23
Fülöp József: A földtani térképezés története, helyzete és feladatai Magyarországon.... 27
Szádeczky-Kardoss Elemér: Búcsú *Kertai Györgytől* 47

TANULMÁNYOK, HELYZETKÉPEK

Szádeczky-Kardoss Elemér: Geofizikai-geokémiai megfigyelő hálózat kiépítése Magyarországon 51
Szóbeli megjegyzések a „*Geofizikai-geokémiai megfigyelő hálózat kiépítése Magyarországon*" c. vitaindító tanulmányhoz 55
Írásbeli hozzászólások a „*Geofizikai-geokémiai megfigyelő hálózat kiépítése Magyarországon*" c. vitaindító tanulmányhoz .....
Barlai Zoltán: A mélyfúrási geofizika hozzájárulása, lehetőségei a *Geofizikai-geokémiai megfigyelő hálózat*hoz 56
Barta György: Fúrólyukakban végzendő észlelések lehetőségei a geofizika területén 60
Béll Béla: A *Geofizikai-geokémiai megfigyelő hálózat kiépítésének kérdésé*hez meteorológiai szempontból 63
Kertai György: Hozzászólás a *Geofizikai-geokémiai hálózat kérdésé*hez 64
Kőrössy László: Szovjet kutatások eredményei a kőolaj migrációja terén 65
Tárczy-Hornoch Antal: A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumának javaslata a „*Geofizikai-geokémiai megfigyelő hálózat kiépítése Magyarországon*" c. tanulmányhoz 69
Schmieder Antal—Willems Tibor: A bányászattal kapcsolatos karsztvíz kutatás jelenlegi állása 71
Alpár Gyula—Orbán Aladár: A geodéziai műszervizsgálatok szabványosításáról 81
Barta György: A földtudományok néhány sajátsága és magyarországi fejlesztésük szükséges irányai 91
Bárdossy György: A bauxitföldtan jelenlegi állása a nemzetközi irodalom tükrében 97
Boldizsár Tibor: A magyar medence geotermikus viszonyai 119
Benkőné, Czabalay Lenke: Geobiokémiai vizsgálati módszerek alkalmazása a paleontológiai paleoökológiai kutatásban 137
Mártonné, Szalay Emőke: A paleomágneses vizsgálatok földtani jelentősége 143
Nagy Lászlóné: A paleobotanika helyzete és feladata Magyarországon 153

BESZÁMOLÓK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKOKRÓL

Pantó Gábor: A Nemzetközi Földtani Kongresszus 23. ülésszaka és a Földtani Tudományok Nemzetközi Uniója Tanácsának (IUGS-Council) prágai ülése, 1968. VIII. 159
Szádeczky-Kardoss Elemér: Ülésszak az ásványtani-geokémiai vizsgálatok jelentőségéről a földtani kutatásban és a nyersanyag feltárásban 169
Székyné, Fux Vilma: A Kárpát-Balkán Földtani Asszociáció VIII. Kongresszusa és annak magmás-metamorf vonatkozásai 173
Bendefy László: Az IUGG—IAG-Commission on Recent Crustal Movements (CRCM), aulankoi II. Nemzetközi Szimpoziuma 175

KÖNYV- ÉS TÉRKÉPISMERTETÉSEK

Marosi Sándor: Magyarország Nemzeti Atlasza (Főszerkesztő: *Dr. Radó Sándor)* 179
Boldizsár Tibor: A. M. Kaskaj—S. A. Aljev: Azerbajdzsán geotermikus térképe 180

Rónai András: I. Wiesböck: Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich 1 : 500 000; *H. Küpper—I. Wiesböck:* Erläuterung und Index zur Übersichtskarte der Mineral- und Heilquellen in Österreich 180

3. szám

A MTA 1968. ÉVI KÖZGYŰLÉSÉNEK OSZTÁLYÜLÉSI ANYAGA

Szádeczky-Kardoss Elemér: Az 1968. évi közgyűlési osztálybeszámoló (kivonat) 183
Szádeczky-Kardoss Elemér: 1968. évi tudományos eredmények „*Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása*" c. kiemelt feladat terén 185
Szádeczky-Kardoss Elemér: A kéreg és köpeny kölcsönhatása a Kárpáti-medencék környezetében 197
Pantó Gábor: Hozzászólás *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus, osztálytitkár beszámolójához (tudományos szervezés) 207
Barta György: Hozzászólás *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus, osztálytitkárnak, az 1968. évi közgyűlésen elhangzott tudományos beszámolójához. A Kárpát-medence energiaháztartásának néhány kérdéséről 209
Pantó Gábor: Hozzászólás *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus, osztálytitkár beszámolójához (tudományos főfeladat) 217
Stegena Lajos: Aktivációs energiák mérése 219
Stegena Lajos: Hozzászólás *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus tudományos előadásához. A Moho-felület természete és a földkéreg átalakulása 221

ÉRTEKEZÉSEK, HELYZETKÉPEK

Barta György—Le Minh Triet: A földmágneses alapkutatás néhány időszerű kérdéséről ... 227
Gyulay Zoltán: A kőolajtermelés problémái 245
Kisvarsányi Géza: Földtani térképezés elektromágneses hullámokkal 251
Majzon László: A hazai mikropaleontológiai vizsgálatok helyzete és feladata 257
Pantó György: Az elektron mikroszonda működése és földtani vonatkozásai 263
Szolnoki János: A mikrobák geokémiai szerepe. I. A kén geomikrobiológiája 283

TANULMÁNYÚTI-KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓK

Bárdossy György: Üledékföldtani, kőzettani és bauxitföldtani laboratóriumi anyagvizsgálati módszerek újabb eredményei a Szovjetunióban 303
Pécsi Márton—Enyedi György: Beszámoló a XXI. Nemzetközi Földrajzi Kongresszusról .. 311
Béll Béla: A Meteorológiai Tudományos Bizottság 1968. évi tudományos ülései 315
Enyedi György: A III. francia—magyar földrajzi kollokvium Budapesten 317
Pécsi Márton: A hegységek és előterük lepusztulásformáinak kutatásáról rendezett nemzetközi szimpozium főbb eredményei 319
Szilárd Jenő: A nemzetközi lösz-periglaciális-paleolit szimpozium főbb eredményei 323
Tárczy-Hornoch Antal: A magnetotellurikus szondázások munkacsoportjának 1968. évi szeptemberi budapesti munkaértekezletéről 325
Póka Teréz: Újabb adatok a földköpeny összetételéről 329

KÖNYVISMERTETÉSEK

Barta György: Szádeczky-Kardoss Elemér: A Föld szerkezete és fejlődése 333
Stegena Lajos: P. Jordan: Die Expansion der Erde 334
Vadász Elemér: Takeuchi—Uyeda—Kanamori: Debate about the Earth, Appreach to Geophysics through Analysis of Continental Drift 334
Stegena Lajos: Takeuchi Hitoshi: Theory of the Earth's Interior 335
Vadász Elemér: D. T. Donovan: Stratigraphy (An Introduction to Principles) 336
Balogh Kálmán: Geologischer Führer der Schweiz (Guide géologique de Suisse) 337
Széles Margit: Madeleine Neumann: Manuel de micropalaéntologie des Foraminiféres Systématique-Stratigraphie 339
Rétvári László: Abella M., Balogh B., Bencze I., Bora Gy., Dudás Gy., Enyedi Gy., Á. Hanicsek Zs., Jakucs P., Katona S., Lettrich E., Miklós Gy., Pécsi M., Sárfalvi B., Székely A., Szilárd J., V. Tajti E: Europa I—II. 340

4. szám

A MTA 1969. ÉVI KÖZGYŰLÉSÉNEK OSZTÁLYÜLÉSI ANYAGA

Szádeczky-Kardoss Elemér: A MTA X. Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya osztálytitkári beszámolója 343

TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGI BESZÁMOLÓK

Hazay István: A Geodéziai Tudományos Bizottság beszámolója 353
Barta György: A Geofizikai Tudományos Bizottság beszámolója 357
Pantó Gábor: A Geokémiai Tudományos Bizottság beszámolója 361
Fülöp József: A Földtani Tudományos Bizottság beszámolója 365
Juhász József: A Kőolaj-Földgáz és Vízbányászati Tudományos Bizottság beszámolója 369
Radó Sándor: A Földrajzi Tudományos Bizottság beszámolója 373
Bacsó Nándor: A Meteorológiai Tudományos Bizottság beszámolója 377
Lévárdi Ferenc: A Bányászati Tudományos Bizottság beszámolója 381

TUDOMÁNYOS ÉRTEKEZÉS, HELYZETKÉP

Ádám Antal: A földi elektromágneses tér szerepe a Föld belső szerkezetének kutatásában 385
Földváriné, Vogl Mária: Helyzetkép a hazai ritkaelem-kutatás szervezéséről és a munka állásáról 419

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓ

Rónai András: Jelentés az INQUA 1969. aug. 30.—szept 5. között tartott párizsi kongresszusáról 427

KÖNYVSZEMLE

Szádeczky-Kardoss Elemér: Koch S. — Sztrókay K.: Ásványtan 431
Sztrókay Kálmán Imre: Ramdohr P.—Strunz H.: Klockman's Lehrbuch der Mineralogie 432
Sztrókay Kálmán Imre: Kostov I.: Mineralogy 433
Vadász Elemér: Bendefy L.—V. Nagy I.: A Balaton évszázados partvonalváltozásai 435
Vadász Elemér: Trunkó L.: Geologie von Ungarn 435
Tomschey Ottó: Zalesszkij B. V.: Physical and Mechanical Properties of Rocks 437
Pantó György: Vlasov K. A.: Geochemistry and Mineralogy of Rare-elements and Genetic Types of their Deposits. 437
Kézdi Árpád: Bondarik G. K.: Dynamic and Static Sounding of Soils in Engineering Geology 438
Harsányi Eszter: Vilenszkij D. G.: The Russian School of Soil, Cartography and its Influence on the Soil Cartography of the World 439
Stefanovits Pál: Lobova E. V.: Soils of the Desert Zone of the USSR 439
Góczán László: Al'Benskii A. V.—Nikitin P. D.: Handbook of Afforestation and Soil Melioration 440
Stefanovits Pál: Tyurin I. V.—Antipov-Karataev I. N.—Csizsevszkij M. G.: Reclamation of Solonetz Soils in the USSR 441
Stefanovits Pál: Romanov V. V.: Hydrophysics of Bogs 442
Stefanovits Pál: Skoropanov S. G.: Reclamation and Cultivation of Peat-Bog Soils 443

A MTA 1969. ÉVI KÖZGYŰLÉSÉNEK OSZTÁLYÜLÉSI ANYAGA

A MTA X., A FÖLD ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYA OSZTÁLYTITKÁRI BESZÁMOLÓJA

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR
AKADÉMIKUS

Kibővített osztályülésünk elején szomorú kötelességemnek teszek eleget, amikor az elmúlt akadémiai évben elhúnyt, valamennyiünk által nagyrabecsült tagtársainkról emlékezem meg. Olyan tudósoktól kellett elbúcsúznunk, akik évtizedeken keresztül együtt dolgoztak velünk, s az általuk művelt tudományág kiváló képviselői, lelkiismeretes, odaadó munkásai és kedves barátaink voltak. Sajnos az elmúlt év különösen érzékeny veszteséget jelentett Osztályunknak, hiszen öt igen értékes szaktársat vesztettünk. Szenteljük a következő percet az elhunyt: Dr. *Kertai György* akadémiai levelező tag, a Központi Földtani Hivatal és a Kőolaj- Földgáz- és Vízbányászati Tudományos Bizottság elnöke, Dr. RÉDEY ISTVÁN, a műszaki tudományok doktora, a Budapesti Műszaki Egyetem Felsőgeodéziai Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára, a Geodéziai Bizottság tagja, GRÁF LÁSZLÓ, a föld- és ásványtani tudományok kandidátusa, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratóriumának főosztályvezetője, a Kőolaj- Földgáz- és Vízbányászati Tudományos Bizottság tagja, HUSZÁR ISTVÁN, a Magyar Optikai Művek műszaki igazgatója, a Geodéziai Tudományos Bizottság tagja, és Dr. SIMON LÁSZLÓ, a földrajztudományok kandidátusa, a Magyar Földrajzi Társaság főtitkára, a Földrajztudományi Kutató Intézet osztályvezetője, a Földrajzi Tudományos Bizottság tagja emlékének.

E szomorú megemlékezések után számunkra örvendetes bejelentéseket is tehetek. Bizonyára az osztályülés felfogásának is kifejezést adok, amikor kiemelem, hogy Dr. FÜLÖP JÓZSEF akadémiai levelező tag, osztálytitkárhelyettesnek, a Központi Földtani Hivatal elnöke magas funkciójába történt kinevezésével olyan tudományszervezői egyéniség jutott e nagyfontosságú vezető helyre, akinek látóköre, felfogása és egész személyisége garancia az ország földtani vezetése kérdéseinek további eredményes vitelére.

Valamennyiünk nevében jogos büszkeséggel említem meg, hogy a magyar földtudományok egyik legnagyobb intézete, a *Magyar Állami Földtani Intézet* a Minisztertanács és a Szakszervezetek Országos Tanácsa vörös vándorzászlója magas kitüntetését kapta meg.

Örömmel kell megemlékezni és az osztályülés nevében is meleg jókívánságainkat fejezem ki Dr. Barta Györgynek, a műszaki tudományok doktorának, a Geofizikai Tudományos Bizottságunk elnökének, Dr. Regőczi Emilnek, a műszaki tudományok doktorának, az Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica szerkesztőjének, továbbá Dr. Kőrössy Lászlónak, a föld- és ásványtani tudományok kandidátusának, akik szakterületükön végzett kimagasló tudományos és tudományszervezői tevékenységük elismeréséül MTA elnöki jutalomban részesültek.

Csak néhány óra telt el azóta, hogy Dr. Nemecz Ernő kandidátus, tanszékvezető egyetemi tanár, a Földtani Társulat ez idő szerinti elnöke, az agyagásványkutatásban elért kiemelkedő eredményeiért átvette az Akadémiai Díj I. fokozatát. Szívből gratulálok a magam és az Osztály nevében Dr. Nemecz Ernőnek kitüntetéséhez, s további eredményeket kívánunk tudományos munkájához.

Ez évben *tudománypolitikánk* legaktuálisabbnak mutatkozó fő kérdései a következők voltak:

1. Akadémiai kiemelt feladatunk eredményes továbbvitele mellett e feladaton kívülálló tudománycsoportjaink együttes erősítése. Ennek kapcsán a széles látókörű, tudományvezetésre és tudománynevelésre alkalmas vezetőgárda hathatós működésének, sokoldalú föld- és bányászati tudományos kapcsolatainak elősegítése.

2. A föld- és bányászati általános káderutánpótlási és fejlesztési tervek részletesebb kidolgozása.

3. A geotudományok nagy részében nélkülözhetetlen sorozatos analitikai munkák hatásfokának és fajtáinak növelése, ezek eredményei szintetikus kiértékelésének meggyorsítása és sokoldalú felhasználásának biztosítása, tekintettel a hároméves kutatóintézeti és tanszéki kutatási beszámolás és tervkészítés eredményeire.

E fő kérdéseinket gyakorlatilag a következő főbb módokon igyekeztünk megvalósítani.

A múlt évben már kiegészítettük a kiemelt feladat bányászati témacsaládjának körét, s ez a kiegészítés a jelek szerint eredményesnek bizonyult.

Ez évben kiemelt akadémiai feladatunkat földrajztudományi témacsaláddal fejlesztettük. Az eddig művelt témacsoportok megváltoztatása nélkül újabb témacsalád beiktatásához is hozzákezdhettünk. Így most kiemelt feladatunk témacsaládjai röviden a következők:

1. A Pannon-medence szerkezeti vizsgálata;

2. üledékes kőzeteink fáciesvizsgálata, a hasznosítható ásványi nyersanyagok lokalizációjával;

3. a szénhidrogén és egyéb illók migrációjának tanulmányozása a Pannon-medence viszonyai között;

4. a bányászati műveletek gazdaságosságának kibővített vizsgálata;

5. az új témacsaládként a természeti erőforrások szerepének meghatározása a területi-gazdasági fejlődésben, az ország területi rendezésének elősegítése céljából.

A kiemelt feladat e földrajztudományi témacsaládd al teljesebbé és a fő feladat megoldására még alkalmasabbá válik. Az új témacsalád egyben Osztályunk legnagyobb intézetének a kiemelt akadémiai feladat munkáiba való szerves bekapcsolását is jelenti. Általa a magyar földrajztudósok nagy és agilis tábora előzőleg kifejezett jogos és legújabb munkásságának irányaival és eredményeivel alátámasztott óhaja is teljesült.

Több fontos tudományágunk és ennek megfelelő bizottságunk tudományköre meglehetősen távol áll kiemelt feladatunk jelenlegi témacsaládjaitól. Kétségtelen azonban, hogy a földtudományok tárgya olyan egység, amelynek jelenségei a szilárd Föld magjától egészen a legkülső légköri övekig, sőt a magnetoszférán keresztül a naprendszer és a kozmikus sugárzásig egymással összefüggésben állanak. Ez összefüggések rendszeres kidolgozását a hatalmas földi méretek mind ez ideig világszerte nagymértékben akadályozták. Így a Föld egyes részeire vonatkozó tudományágak századok óta egymástól függetlenül dolgozó, nevükben is önálló tudományokként fejlődtek. A geo- és kozmotudományok közismert fejlődésével elérkezettnek látszik azonban az idő, hogy a földtudományok megoldatlan kérdéseinek tisztázására, valamint üres határterületeinek kitöltésére, egyszersmind a földtudományok hatásfokának jelentékeny növelésére az egyes földtudományok közötti összefüggéseket rendszeresen tanulmányozni kezdjük.

E prominens kérdések vizsgálatára a szerkezetileg és földrajzilag egységes Pannon-medence különösen alkalmas.

Nehéz kérdésnek látszhat azonban, hogyan lehet a közös egység kutatását megindítani, kvantitatíve kezelhető tényezőt találni a heterogén jellegű föld- és bányászati tudományok számára. Önként adódott az áramlások tényezőjének ilyen közös szemponttá váló emelése. Az áramlások minden földi folyamatban, a Föld egész fejlődésének menetében irányadó és közös jelenség. A kiemelt feladatunk magasszintű művelésére vonatkozó elgondolásaink kapcsán, speciálisan hazánk földjére nézve már 1967 áprilisában bizottságközi megbeszélésen felvetettük, hogyan lehet a hazai földfelszíni és felszínközeli áramlásokat és azok kapcsolatát rendszeres mérések útján megvilágítani. Három kiváló vezető kartársunk Bacsó Nándor, Barta György és Bélt Béla azután konkrét javaslattal segítette elő földtudományi csoportjaink ilyen alapon való együttműködését, amelyből az ez évi februári két és fél napos földtudományi „Áramlási ankét"-unk született.

Az ankéton 28 előadás és számos hozzászólás hangzott el, illetve érkezett be írásban. Ezekből a föld- és bányászati tudományok kapcsolataira, nagy összefüggéseire vonatkozóan az új ismeretek hatalmas tömege került korszerű megvilágításba. Úgy hiszem objektíven megállapítható, hogy a résztvevők

nemcsak sokat tanultak egymástól, hanem néhány újszerű összefüggés lehetőségének felismeréséig is eljutottak. Néhány konkrét együttműködési javaslat is született az ankéton. (Földrajztudományi Intézet — Geokémiai Kutató Laboratórium — Miskolci Földtan-Teleptani Tanszék: ciklusos üledékképződés a Dunántúli hegységelőtéri medencékben.) Az ankét anyagában rejlő teljes értéket azonban csak akkor meríthetjük ki, ha azt részleteiben először a hazai földtudományi kutatók összessége számára hozzáférhetővé tesszük, és a kialakulni kezdő összefüggések részletes kidolgozását is elősegíthetjük. Ezért a teljes anyag az Osztályközleményekben megjelenik, majd következő fokon angol nyelvű önálló kiadásra is sor kerül. Az angol kiadás előtt az ankét részvevőit és szakembereinket felkérjük, hogy a magyar nyomtatott anyagot (részben újból) áttanulmányozva, fejlesszék tovább saját és szaktársaik anyagát, és a kialakuló összefüggéseket dolgozzák ki, esetleg újabb tanulmányokban is.

Máris foglalkozunk a következő, jövő évi áramlási ankét tervével. Ennek anyaga előreláthatóan a Pannon-medence hidrográfiai és hidrológiai áramlásai, és ezzel kapcsolatban a magyar medence legfiatalabb képződési folyamatainak problémája lesz. Ilyen komplex ankétjaink egyik célja a földtudományi üres határterületek meghódításának elősegítése. Ezért ankétjainkat mindinkább nemzetközi jellegűvé kívánjuk tenni, oly módon, hogy azokba a jövőben már külföldi specialistákat is bekapcsolunk.

Mindehhez — általában hazánk pontosabb és mélyrehatóbb földtudományi és hatékonyabb bányászati megismeréséhez — azonban a sorozatos és részben újszerű adatmeghatározásokra is szükség van. Ezért az illetékes szakemberekkel átgondoltuk néhány legidőszerűbb nagyműszer problémáinkat is.

Ez évben két olyan nagyműszer beszerzését tettük lehetővé, amely a föld-és bányászati tudományok különböző ágazatai munkájához szolgáltat sorozatos adatokat.

Az egyik az elektronmikroszonda, amelynek sokoldalúan használható első hazai példánya már megérkezett és működését a közeljövőben kezdi meg. Az elektronmikroszondával tudvalevőleg roncsolásmentesen igen kisméretű testek, pl. egyetlen kis kristály különböző övei, vagy mikrokristályok kémiai összetétele határozható meg, fő- és mikroelemekre kiterjedően. Ezáltal többek között a kőzetek, ásványi hasznosítható anyagok, továbbá bányászati és kohászati műtermékek egymásba alakulását, különböző migrációs jelenségek egyes fokozatait leszünk képesek feltárni, pontos mérésekkel megvilágítani.

A másik nagyműszer, amelyet a kutatásokhoz a múlt közgyűlés óta biztosítottunk, a mélyszerkezet vizsgálatokhoz nélkülözhetetlen korszerű szeizmikus mérőberendezés. Az Osztály és az ELGI között ez ügyben létrejött szerződés támogatást jelent az ipari kutatóintézetben folyó műszerkutatás és szénhidrogénkutatás szempontjából, ugyanakkor megbízható alapadatokat nyújt további földkéregkutatásainkhoz. Ez tehát első példa valamely ún. ipari kutatóintézetnek Osztályunk általi közvetlen támogatására.

Beszámolónkban megemlítjük megoldatlan kérdéseinket is. A sorozatos analitikai munkákkal kapcsolatban érdemes külön is foglalkozni egy világszerte jelentkező sajátságos kutatásszervezési problémával. A legkülönbözőbb fokú vezetők beosztottjaiknak átadva a sorozatos analitikai feladatokat, azok megvalósulása után gyakran nem biztosítják idejében az adatsorok kiértékelését és általános hozzáférhetővé tételét. A vezetők ugyanis szükségképpen a felvetődő új kérdések felé fordulva, régebbi elgondolásaikhoz nem térhetnek vissza idejében megfelelő intenzitással, s így a sokszor nagy be- fektetéssel elvégzett analitikai munkában rejlő értékek íróasztalfiókokban elhevernek.

Nehézséget jelent az is, hogy a részletmunkát, sőt a szintézist végzők is eredményeiket néha feleslegesen terjedelmes (néha pl. fontoskodó) alakban fogalmazzák meg. Világszerte terheli a tudományt az eredmények formába öntésének ez a terjengős felületessége, sőt esetenként a tartalomnak a terjedelemmel való pótlása. A tudományos kutatás exponenciális fejlődéséből adódó számos nehézség jelentékenyen csökkenni fog, amint a publikációk terjedelme arányossá válik információ-tartalmukkal. A magunk részéről nagy erőfeszítéseket végzünk ez irányban.

Speciális gondunk, hogy a különböző, nagy ipari vállalataink eredményei gyakran nem kerülnek megfelelő mértékben és ütemben a hazai föld- és bányászati tudományok vérkeringésébe, összefoglaló, az egész tudománycsoport számára tömören kiértékelt publikáció hiányában. Így ezek az eredmények nem kapnak fontosságuknak megfelelő általánosabb visszhangot, és a nagyobb közönség által történő továbbfejlesztést. A vállalati szakemberek részben saját intézményeikben, részben a Földtani Társulat vidéki szakosztályaiban szervezett előadásos ülései részben segítenek e nehézségen, de az alkalmazott és az alapkutatások kapcsolata még nem fejlődik kellőképp. Ehhez fűződik, hogy kitűnő vállalati kutatók közül sokan nem működnek bizottságainkban tudományos minősítés hiányában, mert a jelentések megírása után a tömörré kovácsolt összefoglaló tudományos publikáció elmarad. A Kőolaj Tröszt akadémiailag is működő vezetőivel történt ez irányú megbeszélés máris néhány értékes anyag rendezvényeinkre is elérkező publikálásához vezetett.

E hibák kiküszöböléséhez tehát a nagy rendezvények idején különösen aktuális tömör szintézisek kidolgozása járul hozzá. (Jelenleg pl. az Akadémiánk rendezésében a Kárpát-Balkán Földtani Asszociáció következő Kongresszusa főtémáinak hazai előkészítése során vált lehetővé több, sőt saját akadémiai intézeteinkben is elheverő analitikai adatsorozat aktiválása.)

Mint említettem, tudománypolitikánk fontos kérdése volt ez évben a föld- és bányászati káderfejlesztés problémáinak részletes elemzése. A Bányászati Tudományos Bizottság energiastruktúránk megváltozásával kapcsolatban széles körű felmérést végzett az egyetemi bányászati és geológusképzés egyensúlyára vonatkozóan, és alapos megvitatás után nagyjelentőségű javaslatot dolgozott ki.

Minthogy a szorosabb értelemben vett földtani-geofizikai tárgyakkal több bizottságunk is foglalkozik, ezért szükségesnek mutatkozott, hogy e tárgyak egyetemi oktatásának tudománypolitikai feladataival, az oktatás egyes döntő kérdéseivel külön szerv is foglalkozzék. Ennek érdekében az Akadémia és a Művelődésügyi Minisztérium javaslatunkra közös Földtudományi Koordináló Bizottságot állított fel, amelyben különböző bizottságaink képviselői egyaránt helyet foglalnak. E bizottság az utolsó hónapokban kezdte meg működését, ezért osztályülésünkön beszámolót még nem tart.

Említettük a Kárpát-Balkán Földtani Asszociáció ez évben Magyarországon megrendezendő kongresszusát. Engedjék meg, hogy e nagy akadémiai rendezvényünk előkészítésével kissé bővebben foglalkozzam.

Az akadémiai kiemelt feladat számos vonatkozásban a szomszédos államok területeinek földtudományi problémáihoz kapcsolódik, és az azokra vonatkozó összefüggések tisztázása nélkül helyesen nem oldható meg. Ezért is, de a kongresszusi munka hatásfokának növelése céljából is néhány, az egész kongresszus által közösen tanulmányozandó főtémát is javasoltunk. E főtéma munkálatokon kívül természetesen lehetőséget adunk a bizottságokon belüli szokásos munkák elvégzésére is, tehát nem kívánjuk a kongresszus eddigi alapvető szerkezetét megszüntetni. Ezek a főtémák saját kiemelt témaköreink, de egyben a baráti országok néhány igen fontos földtudományi feladatainak előrevitelét is szolgálják.

Előzetes megbeszélések alapján az első kongresszusi cirkulárénkban hat ilyen főtéma szerepelt. Ezek a következők:

Dél-Kelet-Európa metamorf ciklusainak összehasonlító jellemzése, térképi ábrázolása, és ezzel kapcsolatban a nálunk kissé elhanyagolt tektonizmusnak a régi kristályos alap differenciáltabb tekintetbevételével való megvilágítása. Ezzel az eddig főképpen tanulmányozott legfiatalabb, legfeltűnőbb alpin szerkezetek pontosabb megismerését és e szerkezeteket befolyásoló földtani előzményeket, általában a terület régebbi fejlődéstörténetét kívánjuk megvilágítani.

Kongresszusunk egyik jelentős eredménye és érdekessége lehet az, hogy egyidőben az előző Kongresszusok fáradozásainak eredményeképpen már nyomtatásban megjelenő dél-kelet-európai tektonikai térképpel bemutathatjuk a terület mély- és idős szerkezeteit jellemző metamorfit térkép makettjét is. Ily módon a metamorf régi alap és az újabb, főleg alpin tektonikai összefüggései itt már együttesen tanulmányozhatók, eddig világviszonylatban is kivételes módon.

Kongresszusunk második főtémája a Kárpát-Balkán-Dinári terület magmás ércesedéseinek és más hasznosítható ásványi nyersanyagának, elsősorban a „nemes anyagoknak" gyakorlati megjelenése és genetikája, röviden az ún. posztmagmás kőzet és ércképződés kérdése lesz. Kutatók generációinak sokoldalú munkája fűződik ehhez a témához. Itt az ideje, hogy megkí-

séreljük e kérdésnek korszerű szempontok szerinti magasabb szintézisbe foglalását, és a felmerült genetikai elképzelések kritikai kiértékelését.

Logikai sorrendben Kongresszusunk harmadik fő témája a tágabb értelemben vett fáciestérképek, illetve ezek tanulságainak problémája, ami az annyira időszerű prognózis-térképek szerkesztésének kérdését is elősegíti. Világszerte elismert ma már az, hogy az ugyanegy időben keletkezett kőzetképződések meghatározásával intrapolálhatók az elfedett területeken is a hasznosítható ásványtelepek valószínű övezetei. Ilyen térképekkel elősegítjük az üledékes kőzetképződés törvényszerűségeinek feltárását is a Pannonmedence és a környező hegységképző övezetek viszonyai között.

Szorosan ehhez a kérdéshez kapcsolódik Kongresszusunk negyedik főtémája, az üledékes- és kapcsolatos magmás képződmények geokémiai fő- és ún. ritkaelemeinek rendszeres összehasonlítása. E kongresszusi főtéma kitűzésével módszertani kérdéseken kívül elsősorban a táblás, a gyűrt hegységképződési és a köztes tömegek üledékes és egyéb kőzeteinek pontosabb geokémiai jellemzését kívánjuk megindítani, a Pannon-medence és a környező területek példáján. Ezzel hozzájárulhatunk a rejtett és fedett ásványi nyersanyag telepek kutatásához is.

A fáciestérkép és a geokémiai kőzetjellemzés fontos KGST feladatok megoldásához is segítséget nyújt.

Ötödik főtémánk a hazánkban különösen időszerű szénhidrogénkutatásnak alapproblémája, a szénhidrogéntelepek komplex migrációs képződése. A földtani felépítés függvényében erősen változó és a kinyerés szempontjából döntő migráció problematikájában a hazai kutatók figyelemre méltó eredményeket értek el, és ezek széles távlatú összehasonlító összesítése további gyakorlati eredményeket ígér.

A hatodik főtéma hazánk síkvidéki területe által a magas és mélyépítési technika számára felvetett különleges problémáira vonatkozik. Az előző Kárpát-Balkán Asszociáció kongresszusain már kijelölték az építésföldtani témát, egyik Nemzeti Bizottságot jelölve ki vitelével, de megindításához ott nem kapott megfelelő hátteret. Reméljük, hogy az összkongresszusi tárgyalás országainkban az ez irányú kutatások aktiválódását és együttes fejlesztését eredményezi. Ez a téma szoros kapcsolatban áll a fiatal üledékek hidrogeológiai kérdéseivel is. Ezért a síkvidéki területek építésföldtana és hidrogeológiája címmel fogalmaztuk meg ezt a főtémát.

Első kongresszusi cirkulárénk kiküldése óta több irányból is felmerült az a kívánság, hogy főtémáinkat geofizikai jellegű témával is kiegészítsük. A hazai legilletékesebb szakemberekkel megtárgyalva a kérdést, az alakult ki, hogy a Kárpát-Balkán Asszociáció vonatkozásában legidőszerűbb a föld kéregszerkezete és a paleomágneses vizsgálatok eddigi dél-kelet-európai eredményeinek kiértékelése. Kitűztük tehát és a kongresszusi második cirkulárében meghirdetjük ezt a főtémát is.

Osztályunk akadémiai kiemelt témája tehát a múlt Közgyűlés óta ez évben a Kárpát-Balkán Asszociáció kongresszusi munkálataival kapcsolatban kerül jelentékeny fejlesztésre.

Kongresszusunkhoz időbelileg folyamatosan egyéb nagy nemzetközi földtudományi rendezvények is kapcsolódnak: a Magyar Állami Földtani Intézet 100 éves jubileuma és az ezzel kapcsolatos Földtani Intézetek Napja, továbbá a Bauxitföldtani Konferencia, a Neogén-, Eocén- és Jura-kollokviumok.

Mindezek a magyar földtan legújabb eredményeinek összesítését, koncentrált kifejtését teszik lehetővé és szükségessé. E helyről is kérem, hogy tegyünk meg egyénenként is minden lehetőt annak érdekében, hogy ezek a nemzetközi rendezvények a magyar földtani ismeretek előrehaladásában fontos lépést, adatok nagy tömegének aktiválását, szintézisbe kapcsolását jelentsék.

Meg kell még vizsgálnunk néhány egyéb nemzetközi kapcsolati problémánkat is.

Ismeretes, hogy a szocialista országok tudományos akadémiái között a nemzetközi tudományos együttműködésnek jelentős hagyományai vannak. Ennek ellenére mégsem állíthatjuk azt, hogy a kétoldali intézeti feladatvállalások és a kooperációban folyó közös kutatások terén a lehetőségeket maximálisan felhasználtuk volna. A hároméves kutatási tervekkel kapcsolatban testületi szerveink a közös kutatások jelenlegi helyzetét, eredményeit is felülvizsgálták. A leszűrt tapasztalatokból megállapítható, hogy a közös kutatási témák területén a témáknak mintegy felében a kapcsolat formális. Az új hároméves kutatási tervek ismeretében mind a tudományos bizottságoknak, mind az intézetek igazgatóinak fontos feladata feltárni azokat a területeket, ahol a közös kutatások mindkét fél számára kölcsönösen előnyösek.

Tudományterületünkön a legjelentősebb és legszélesebb körű ilyen közös munka „A planetáris geofizikai kutatások" c. többoldalú együttműködés keretében történik. Ennek jellemzésére itt is megemlítem, hogy Magyarország nyolc albizottság és ezen belül összesen 30 munkacsoport területén érdekelt. A hazai képviselők kiküldetését Osztályunk igyekszik a legmesszebbmenően biztosítani. (A beszámolási időszakban 19 kiutazást tettünk lehetővé, ami a teljes osztálykeretnek csaknem egynegyedét tette ki. Közvetlen anyagi támogatást is biztosítunk a MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumának, a Csillagvizsgáló Intézetnek, a Napfizikai Obszervatóriumnak és az ELTE Geofizikai Tanszéke mellett működő Földrengésvizsgáló Obszervatóriumnak.) Minthogy más szervek is érdekelve vannak a planetáris geofizikai kutatásokban, ezért szervezésük hazai viszonylatban is bonyolult és még nem kielégítően megoldott.

Általában is kívánatos annak pontosabb felmérése, hogy tudományos és népgazdasági szinten milyen eredményt hoznak a különböző tanulmányutak. Ezzel kapcsolatban az Osztály részéről is sok a tennivaló. Biztosítanunk kell, hogy a kiküldetésekben az egyes szakterületek arányosabban részesüljenek.

E célból realizálni kívánjuk a szocialista akadémiák viszonylatában a témák és eredményeik feltérképezését. Ily módon lehet majd az egy és ugyanazon témakörben való formális utazásoknak egyre nagyobb mértékben gátat vetni, és ezzel nagyobb súlyt helyezni a jól működő közös kutatási témák együttes kidolgozására.

A magyar földtan legátfogóbb, zseniális egyénisége, SZABÓ JÓZSEF halálának ez évi 75. évfordulóján a magyar földtudományi eredmények összefoglalásakor tekintsünk az ő részletmunkát és sokoldalú felhasználást egyaránt megvalósító munkásságára. SZABÓ JÓZSEF korának sokkal kisebb kutatási lehetőségei között is megindította az ásvány-, kőzet- és földtani kutatási részletvizsgálatot, ezek sokféle társadalomfejlesztő pl. agrogeológiai és városépítési vonatkozásainak alkalmazásával. Törekvéseinkben tekintsük őt biztató mintaképnek!

TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGI BESZÁMOLÓK

A GEODÉZIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA

HAZAY ISTVÁN

AKAD. LEV. TAG

A Geodéziai Tudományos Bizottság állandó figyelemmel kísérte a geodéziai és különösen a magyar geodéziai tudomány fejlődését és megoldandó kérdéseit. A fejlődés rohamos és nagy jelentőségű, ennek következtében mindig újabb és újabb megoldandó problémák jelentkeznek. A Bizottság nemcsak a feladatok elvi megoldásait vizsgálta, hanem minden esetben figyelembe vette a gyakorlati értéket és az elveknek a gyakorlatba való átültetését is.

A Geodéziai Tudományos Bizottság értékelte a kutatóhelyek kutatási terveit, beszámoló jelentéseit, valamint a szocialista államok akadémiáival kötött szerződések keretében végzett közös kutatásokat. Kritikailag értékelte a magyar geodéziai irodalmat, különös részletességgel az akadémiai folyóiratokban megjelent szaktanulmányokat.

Igen eredményesnek tekinthetjük, hogy a szakterület tudományos fokozattal minősített tagjait beszámoltatjuk tudományos kutatásaikról, mert így mód nyílik arra, hogy közvetlen ismereteket szerezhessünk azokról és közvetlen kritikát gyakorolhassunk. A Bizottság tehát nemcsak tájékozódott a folyamatban levő kutatásokról, hanem értékes támogatást is adott a kutatások folytatásához.

A Bizottság elgondolásokat dolgozott ki a kutatások irányítását és összehangolását biztosító módszerekre, figyelembe véve az új mechanizmus adta lehetőségeket és az általa teremtett új körülményeket.

Mérlegelte a Bizottság az egyes kutatóhelyek közötti együttműködés lehetőségeit, és javaslatokat adott komplex kutatások végrehajtására. Foglalkozott a MOM geodéziai jellegű problémáival és felmérte azokat a szükségleteket, amelyek lehetővé teszik az egyes kutatóhelyek számára ezen problémák tudományos vonatkozásainak vizsgálatát.

A Bizottság igen gyümölcsöző együttműködést folytatott a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Országos Földügyi és Térképészeti Hivatalával, vagyis az OFTH-val, több javaslatot tett és közvetlen segítséget adott az OFTH-nál felmerült tudományos problémák gyors megoldásához. Az együttműködés folytán viszont a Bizottság is azonnal értesül az OFTH minden ered-

ményéről, a bevezetett újításokról, a gyakorlatban megjelenő új feladatokról és így figyelmét azonnal az aktuális kérdések felé fordíthatja.

A Bizottság javaslatokat tett a geodézia különböző tudományágainak és a jelenlegi kutatóbázisok (MTA Geodéziai Kutató Laboratórium, egyetemi tanszékek) fejlesztésére, továbbá állást foglalt a kimondottan geodéziai célú mesterséges holdak magyar megfigyelő állomásának felállítása, és az OFTH keretében iparági kutató intézet létesítése mellett.

A Bizottság keretében a Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya engedélye alapján Kozmikus-Geodéziai Szakbizottság alakult, amely összefogja a Magyarországon folyó idevonatkozó geodéziai tudományos munkákat.

A Bizottság véleményt adott a kandidátusi és a doktori fokozatok megadásával kapcsolatban a jelöltek tudományos munkásságáról, foglalkozott a közép- és felsőfokú oktatás, a káderutánpótlás kérdéseivel. A Geodéziai és Kartográfiai Egyesülettel együttműködve együttes tudományos előadásokat szervezett.

A Bizottság hatáskörébe 6 tudományos kutatási bázis tartozik, nevezetesen a MTA soproni Geodéziai Kutató Laboratóriuma, a Budapesti Műszaki Egyetem Általános Geodéziai, Felsőgeodéziai és Fotometriai tanszéke, a Nehézipari Műszaki Egyetem Geodézia és Bányaméréstani Tanszéke, továbbá az Erdészeti és Faipari Egyetem Földméréstani Tanszéke.

A soproni Geodéziai Kutató Laboratórium munkájából kiemelem a földi ár-apály jelensége kregisztrálása érdekében végzett kutatásokat, a giroteodolit mérések korrekciós számításához könnyen programozható új eljárást, és az egységes műszervizsgálati rendszer kidolgozását. A bolgár tudományos akadémia megfelelő intézményével együtt dolgozva, a KRASZOVSZKIJ ellipszoidon végzendő számításokhoz készült táblázatoknak — amelyek az egész Földre érvényesek — már második hatalmas kötetét készítették el, ami 1968-ban meg is jelent. Az 1966—68-as időszakban a Laboratórium kutatói részéről 1 könyv és 72 tanulmány jelent meg, továbbá 5 nemzetközi konferencián számoltak be eredményeikről, és számos bel- és külföldi előadást tartottak.

A Budapesti Műszaki Egyetem Általános Geodézia tanszékének legjelentősebb kutatási témája volt — és ez még a következő években is folytatódik — a rádió távmérőkre és az elektrooptikai távmérőkre vonatkozó vizsgálati módszer kidolgozása. Az elért eredményekről 7 publikáció jelent meg és 3 előadás hangzott el.

A Budapesti Műszaki Egyetem Felsőgeodéziai tanszékének munkájából külön megemlítendőnek tartom a vetületi és a fizikai geodéziai vizsgálatokat. Egy könyv jelent meg, továbbá az eredményekről 27 publikációban és 4 nemzetközi konferencián számolt be a tanszék, valamint oktatói 12 hazai, illetve külföldi előadást tartottak.

A Budapesti Műszaki Egyetem Fotogrammetria tanszéke különösképpen a fotogrammetriának a nagyméretarányú térképek készítésével kap-

csolatos hibaforrásai vizsgálatával foglalkozott, és elemezte a nagyobb építmények építés közben vagy külső behatásra létrejövő alakváltozásainak meghatározására alkalmas eljárásokat. Egy könyv és 8 publikáció jelent meg. 3 nemzetközi konferencián és több előadáson számoltak be.

A Nehézipari Műszaki Egyetem Geodéziai és Bányaméréstani Tanszékének legjelentősebb munkája a bányakárokkal kapcsolatos geodéziai munkák voltak, nevezetesen a bányaműveletekből eredő kőzet- és építménymozgások mérésére és regisztrálására vonatkozó eljárások kidolgozása. Az elektromos úton való méréshez és regisztráláshoz kialakítottak egy vonalírós, relés követésű mérő és regisztráló műszert, amelyet már a gyakorlat is jó eredménnyel használt. A tervidőszakban egy könyv és 32 tanulmány jelent meg, 3 nemzetközi konferencián és 6 egyéb előadáson tartottak beszámolókat.

Az Erdészeti és Faipari Egyetem Földméréstani tanszékének munkájából kiemelem a radiálortoszkópia elnevezésű fotogrammetriai kiértékelő eljárás kidolgozását. Jelentős eredményeket értek el a légifelvételek erdészeti és mezőgazdasági felhasználása terén is. Nemzetközi konferenciákon két, egyéb alkalommal számos előadást tartottak, 10 tanulmányuk jelent meg.

A most megemlített eredmények csak szemelvények a kutatóhelyek munkájából, és ha a rendelkezésemre álló hely engedte volna, bizonyára még több témát is érdemesnek tartottam volna megnevezni.

Az új tervidőszakban a kutatóhelyek részben folytatják a már megkezdett, de még be nem fejezett témák kidolgozását, részben új témákat vettek fel. A témákat a tudomány fejlődéséből adódó időszerűség és a gyakorlat által megkívánt szükségszerűség jellemzi. Reméljük, hogy az új tervidőszakra is majd jó eredményeket jelenthetünk.

A GEOFIZIKAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA AZ 1968—69-BEN VÉGZETT MUNKÁRÓL

BARTA GYÖRGY
AKAD. LEV. TAG

Bizottságunk az 1968—69-es akadémiai évben a Föld és Bányászati Tudományok Osztálya által megadott általános irányelvek és a szakterület belső problémakörének megfelelően tevékenykedett. Sokoldalú tudományirányítási, tudományszervezési munkáját elősegítette, hogy személyi összetétele mind szakmai tekintély, mind hatáskör és aktivitás tekintetében az egész tudományterületet átfogta. Az ülésekről készült jegyzőkönyvek tanúskodnak a Bizottság élénk vitaszelleméről és szakmai vitalitásáról. Az új gazdasági mechanizmus hatására igyekeztünk racionális szempontokat kialakítani a hazai anyagi és szellemi bázis hasznosítására mind az alapkutatás jellegű általános, mind a közvetlen nyersanyagkutatást szolgáló alkalmazott geofizikai kutatás területén.

A Bizottság — felhagyva az albizottsági rendszerrel — esetenként munkabizottságokat szervezett egyes nagyobb kérdéscsoportok megoldására (pl. könyvkiadás szervezésére); illetve opponenseket kért fel a szükséges bírálatok elvégzésére és előterjesztésére.

A közgyűlési határozatok szellemében szempontokat dolgoztunk ki az új országos távlati tudományos tervekhez. Ennek első fázisában néhány kiemelt geofizikai terület, így például a mélyszeizmika, magnetotellurika, geotermika helyzetfelmérését elvégeztük, és tanulmányoztuk a hazai kutatások eredményeit ezeken a területeken.

A paleomágneses vizsgálatok eredményeit a kutatók osztályrendezvény keretében nagyobb nyilvánosság előtt is bemutatták.

A Bizottság más geofizikai tudományterületek számára is jelölt ki referenseket; ezeknek a területeknek részletesebb elemzése a közeljövő feladata. Különösen erős nyomatékot kapott a számítógépek alkalmazásának fejlesztése a geofizika területén. A Bizottság a számítógépet mint kutatási eszközt is igen jelentősnek tartja.

A vázolt elemzések elősegítették egy helyes tervezési szemlélet kialakítását, amelyet a Bizottság úgy fogalmazott meg, hogy a magyar geofizikai *tudomány csak olyan területeken lehet versenyképes a világ össztudományos produktumában, ahol a szellemi ráfordítás nagyobb mint az anyagi.* Ezenkívül

Eötvös szellemében, de természetesen szocialista építésünk aktuális feladataihoz közvetlenül is kapcsolódva, a Bizottság a Magyar Medence sokoldalú alapos megismertetését jelölte meg a kutatások egyik elsőrendűen fontos keretének és céljának.

Ezeknek a megfontolásoknak alapján értékeltük az akadémiai és tanszéki kutató helyek jelentéseit az 1966—68-ban végzett kutatásokról és terveit a soron következő három évre. A Bizottság általában elismeréssel vette tudomásul, hogy a fenti intézményekben viszonylag szerény anyagi eszközökkel hatékony kutató munkát sikerült végezni.

A bírálat gyakorlati végrehajtását opponensrendszerrel oldottuk meg. A jelentések a bírálatokkal együtt kerültek a Bizottság elé állásfoglalás kialakítása céljából. A bírálatnak és a vélemény kialakításnak ez az útja a jövőben is járhatónak és hasznosnak látszik, ugyanakkor azonban szorgalmaznunk kell azt is, hogy az opponensek bírálatukat ne csak a munkahelyek által benyújtott jelentésekre alapítsák, hanem feltétlenül konzultáljanak a kutatókkal is, mert ezzel az esetleges félreértések kiküszöbölhetők.

Szükségesnek tartjuk, hogy a geofizikai intézmények kutatásainak kiemelkedő eredményei közül néhányra ezúton is felhívjuk a figyelmet:

A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumának kutatásai igazolták, hogy a Magyar Medence felső köpenyében a 100 km-nél kisebb mélységben észlelt jóvezető réteg nem a forrástérből származó látszólagos anomália következménye, hanem a felső köpeny geológiai felépítésének sajátossága.

Részletesen vizsgálták az egyes elektromágneses pulzáció típusok periódusának függését a földrajzi szélességtől, illetve koherenciáját, és elemezték a hold hónapi tevékenységi hullám sajátságait.

Módszert dolgoztak ki — nemzetközi viszonylatban először — a földrengések epicentruma földrajzi koordinátáinak meghatározására, közelítő értékek és a vetületek bevezetése nélkül, közvetlenül a gömbön, illetőleg az ellipszoidon.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszékén a Föld tágulásával kapcsolatos számítások során sikerült kimutatni, hogy a köpeny-mag határán egy nagyon meredek pozitív hőmérséklet gradiensnek kell fellépni.

A Tanszék az Eötvös Loránd Geofizikai Intézettel kooperálva paleomágneses sztratigráfiai alapskálát állapított meg a mátrai középső miocénre, és a mintákból számított pólushelyzetből — Szádeczky-Kardoss Elemér földtani megállapításának megfelelően — a Mátra hegység kb. 15°-os délies irányú billenésére következtettek.

A Mecsek hegység magmás kőzeteinek paleomágneses vizsgálatából kiderült, hogy azok a mintavételi helyek, amelyek a Márévári antiklinálison kívül helyezkednek el, keletkezésük óta a Márévári antiklinálishoz képest, az óramutató járásával megegyező irányban átlag 90°-kal fordultak el. A forgás a komlói andezit koránál fiatalabb, valószínűleg a rhodáni fázisban történt.

A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékén az irányított áramterű fajlagos ellenállás módszer alkalmazásához görbeseregeket számítottak ki, és módszert dolgoztak ki a laterális és vertikális inhomogenitások elkülönítésére.

Vizsgálatokat végeztek a gravitációs térképek helyes interpretációja és információ tartalmának lehető legjobb kihasználása céljából.

Különös méltánylást érdemelnek a Tanszék széles skálájú alkalmazott geofizikai kutatásai, mert ezekben tükröződik a Műszaki Egyetem jellegéből folyó törekvés az ipari kapcsolatok élénkítésére, és a helyes arányok kialakítására az elvi és gyakorlati kutatások között.

Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet — részben nemzetközi kooperációval — tovább folytatta a Kárpát-medence kéregszerkezetének, különösen a MOHO-szint mélységének vizsgálatát szeizmikus módszerrel. Jugoszláv szakemberekkel közösen szeizmikus szelvényt mértek az ország déli határán át. Az eredmények feldolgozása folyik.

Az első közös közelítő kiértékelés szerint a MOHO mélysége Szegedtől délre az országhatárnál 27,5 km. Innen Jugoszlávia felé süllyed és az országhatártól kb. 50 km-re 31 km.

1968-ban befejeződött a Dunántúlt északnyugat-délkelet irányban átszelő szelvény vizsgálata. A szelvény érdekessége a MOHOROVIČIĆ-diszkontinuitásról kapott beérkezések jellegváltozása a Bakony-hegység alatt. Ebből arra következtethetünk, hogy a hegység alatt nemcsak a kéreg vastagszik ki, hanem az átmeneti zóna is. A tapasztalt jelenség még arra is utal, hogy a MOHO-diszkontinuitást célszerűbb határfelület helyett átmeneti zónaként értelmezni.

Néhány nagyobb méretarányú, részletesebb térképlap kiadása mellett 1968-ban elkészült az 1/200 000-es méretarányú gravitációs és földmágneses térképsorozat négy lapja. Nyomdakész állapotban van további öt lap, a fennmaradó négy lap szerkesztésével a térképsorozat az egész ország területére 1970-ben elkészül.

Az eredményekből látható, hogy az évtizedes rendszeres kutatások nyomán nagy mennyiségű mérési anyag gyűlt össze, azok kiértékelése és szintézise útján igen sok ismeret halmozódott fel, és ezek jelentős szellemi kutatási bázis kialakulására vezettek. A szélesebb adat- és ismeretrendszerből kiindulva, mélyebben megalapozott és gondosan leszűrt szemléleti módszerekre támaszkodva az eddiginél is gyorsabban és eredményesebben közeledhetünk végcélunk, a Pannon-medence mind teljesebb megismerése felé.

Ezek az eredmények egyszersmind előre is mutatnak, jó összhangban a Bizottságban előzetesen kialakított tervezési szempontokkal, és általános szemlélettel megadják a soron következő hároméves tervciklus (1969—1971) fő irányait. A nemzetközi hírnévnek örvendő magyar földbelső kutatások mellett — amelynek képviselőit szinte valamennyi geofizikával foglalkozó intézményünkben megtaláljuk — a kozmosz kutatása századunk utolsó

harmadában egyre követelőbben veti fel a hazai aeronomiai kutatások szorgalmazását. Ez a törekvés mind a MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumának, mind az ELTE Geofizikai Tanszékének tudományos programjában kifejezésre jut.

A Bizottság munkájában más tudományszervezési feladatok is megfelelő helyet kaptak. Csupán a felsorolásra szorítkozva megemlítjük a MTA által kiadott, szakterületünket érintő folyóiratok, könyvek bírálatát és az új könyvkiadási terv kidolgozását. Folyamatban van a „Földfizika újabb eredményei"-nek publikálása első fokon az Osztályközleményekben, és 1969 végére elkészül a „Fúrólyukban végzett geofizikai vizsgálatok modern problémái" című többszerzős könyv kézirata.

A Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának hathatós segítségével megoldást nyer a hazai mélyszeizmikus kutatás műszerproblémája, és ez újabb perspektívákat nyithat meg (például az átmeneti zóna vizsgálatát, a Moho mibenlétének tanulmányozását) a ma már nagymúltú vizsgálatok előtt.

Értékelte a Bizottság a hazai rendezvényeket, a két és többoldalú nemzetközi kapcsolatokat. Úgy látjuk, hogy a szocialista akadémiák többoldalú kapcsolatára felépített nemzetközi együttműködés nagy lehetőségeit csak most kezdjük kiaknázni. Ebben a KAPG-nek nevezett szervezetben hazai kutatóink is jelentős koordináló szerepet kaptak. Különösen erős ez a tevékenység a földkéreg és felső köpeny kutatásában, ahol tíz munkacsoport közül négy magyar irányítás alatt áll. Bizottságunk a KAPG kiküldetések előkészítésében is szerepet kapott.

Folyamatosan törekedtünk a rokon tudományterületekkel fennálló kapcsolatok felvételére, elmélyítésére és kiaknázására. Ennek keretében élénken résztvettünk az 1969. év februárjában osztályunk által rendezett „A Föld anyag- és energia áramlásai" című ankét megszervezésében; itt Bizottságunk három tagja tartott előadást, és számos geofizikai tárgyú további előadás és korreferátum szerepelt még az ankét műsorán. Hasonlóképpen résztvett Bizottságunk Eötvös Loránd halála 50. évfordulójával kapcsolatos ünnepség megszervezésében; az ezzel kapcsolatos tudományos ülésszakon három tagunk tartott előadást.

A Bizottság figyelemmel kísérte a tudományterület szakembereinek szakmai fejlődését, rendszeres feladatának tekintette évente legalább egy alkalommal az egyes kutatóhelyek meglátogatását, és segítette az új kandidátusi és doktori értekezések kialakulását.

A Geofizikai Bizottság mindezeket a kutatásokat figyelemmel kísérte, koordinálta, véleményével és tudományos tanácsaival befolyásolta, segítette illetve értékelte. Ezzel törekedett — a lehetőségei által megszabott keretekben — elősegíteni a geofizika és általában a földtudományok fokozottabb és eredményesebb művelését, és ezen át népgazdaságunk számára fontos akadémiai főfeladatunk teljesítését.

A GEOKÉMIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA

PANTÓ GÁBOR
AKAD. LEV. TAG

A Bizottság az elmúlt akadémiai évben tervszerűen folytatta a tárgyköréhez tartozó szakterületek újabb eredményeinek felmérését egy-egy bizottsági tag helyzetképe alapján, és megállapította a hazai kutatás szükséges fejlesztési irányait. Főbb tárgykörök a nyomelemkutatás, az agyagásványvizsgálat és az elektronmikroszonda ásványkőzettani alkalmazása volt.

Külön ülésen foglalkozott a Bizottság a geokémiai (ásvány-kőzettani) szakterület felsőoktatásának, a káderutánpótlásának kérdéseivel és megállapította az elmélyültebb ásványtani képzés, fokozott specializáló, valamint alkalmazott tudományos kérdések (pl. ipari krisztallográfia) megoldásában jártas szakembertípus kialakításának szükségességét.

Feladataink számbavételénél már az előző időszakban kitűnt az izotópgeokémia rendkívüli fontossága tudományaink kvantitatívvá tételében, különösen, ami a földtani kort, paleohőmérsékletet, letűnt fáciesek jellemzését illeti. A beszámolási időszakban kezdte meg működését a javaslatunkra, az izotópgeokémiai kutatásban érdekelt szervezetek képviseletéből álló, ésszerű koordináció és kooperáció megszervezésére képes Izotópgeokémiai Albizottság, melynek eddig a tömegspektrométeres mérések vonalán sikerült a kutatóhelyek közvetlen kapcsolatát, kutatási témák egészséges bővülését, többoldalúvá válását elérnie.

Hasonló célkitűzésekkel tettünk javaslatot az agyagásványkutatás elméleti és gyakorlati vonalait összehangoló, az érdekelt kutatószervek tematikáinak akadémiai szintű koordinációját végző Filloszilikát Albizottság megszervezésére, amit az Osztályvezetőség magáévá is tett.

A teljes szakterület kutatómunkájának hároméves mérlegét készítette el a Bizottság a hozzá tartozó kutatóhelyek beszámolóinak és tervének felülvizsgálata kapcsán, és irányelveket nyújtott a következő hároméves terv témáinak mennél teljesebb koncentrálására, a szellemi és anyagi kutatóbázisok kapacitásának legjobb hatásfokú és magasszintű felhasználására. Az opponensi tisztet vállaló bizottsági tagok alapos és elmélyedt munkájának köszönhető, hogy a beszámolók és tervek tárgyalása valóban átfogó vissza- és előrepillantássá, érdemi állásfoglalássá válhatott.

A szakterület kiemelkedő eredményei és célkitűzései:

Geokémiai Kutatólaboratórium. A Pannon-medence mélyszerkezetét meghatározó sajátos magmatektonika a vulkáni hegységek (Cserhát, Börzsöny) módszertanilag kifinomított és modellszerűen értelmezett petrológiai vizsgálatával tett jelentős előrehaladást.

Az a beláthatatlan elvi és gyakorlati jelentőségű vizsgálatsorozat, mely kísérleti újítások egész sorával tette a nagyhőmérsékletű és nyomású kőzetátalakulásokat laboratóriumi méretben reprodukálhatóvá, ez évben a nyomásfajták független észlelésével és összefüggésük értelmezésével a metamorf és vulkáni kőzetátalakulások eddigi, természetellenes absztrakciót tükröző egyensúlyi (statikus) szemléletével szemben a valóságot sokkal jobban megközelítő kinematikus szemléletét és tárgyalásmódját alapozta meg. Ennek kivetítése és alkalmazása a metamorf fáciesek és ércképződés számos területén meg is indult.

A bauxit, kőszén és kőolaj-anyakőzet differenciált műszeres ásványtani-geokémiai vizsgálatai prognózistérképek alakjában öltöttek a gyakorlat számára közvetlenül felhasználható formát.

A Laboratórium 1969—71. évi fő célkitűzései az előbbi eredményekre épülve a magyarországi harmadkori vulkanizmus és üledékképződés egymásrahatásának vizsgálata, és a kőzetmetamorfózis, metaszomatózis folyamatainak kísérleti reprodukción alapuló értelmezése köré csoportosulnak.

A *tanszékek* kutatómunkája az elmúlt 3 évben személyi és helyzeti (környezeti) adottságaiknak megfelelően alakult, s ezek optimális kihasználását célozzák a hároméves tervek. Fő (jellemző) témák tanszékenként: Nagypontosságú (kritikai) ásványtani és kristálytani vizsgálatok ásványtelepeink anyagán (ELTE Ásványtan), Neogén vulkanizmusunk termékei és kölcsönhatásai (ELTE Kőzettan-Geokémia). A mangán geokémiája és mineralógiája, szulfidércek elektrokémiai viselkedése (JATE Ásvány-Kőzettan). Tokajhegységi vulkanizmus (KLTE Ásvány-Földtan). Miocén slir fácieselemző mineralógiája és litológiája (NME Ásvány-Kőzettan). Agyagásványvizsgálatok a szilikátipar számára (VVE Ásványtan).

Ezek a kutatások különösen ott értek el kimagasló eredményt, ahol nagyobb kutatószervezetekkel (GKL, KFH, MÁFI, OKGT, SZIKKTI) való hosszúlejáratú együttműködés a stabilitást és az országos kutatás vérkeringésébe való egészséges bekapcsolódást biztosította.

A TTM *Ásvány- és Kőzettár*nál végzett bizottsági felmérés megállapította, hogy a helyreállítás szilárd helytállással és tárgyszeretettel elvégzett nehéz munkája után fokozatosan bővül a tudományos kutató munka lehetősége, amihez a Bizottság szakmai iránymutatással és a kooperációs segítségnyújtás megszervezésével adott támogatást.

A Bizottság vendégelőadói voltak A. K. Lavruhina és T. N. Nazarova, a SzUTA Geokémiai és Analitikai Kémiai Intézete munkatársai, akik az

extraterresztikus anyagok geokémiai és ásványtani vizsgálatának legfrissebb eredményeiről nyújtottak helyzetképet, és adtak ösztönzést ilyen irányú kooperációra.

A Bizottság nemzetközi szervezetekben végzett munkája az 1968 augusztusában tartott 23. Nemzetközi Földtani Kongresszusra és a Földtani Tudományok Nemzetközi Uniója (IUGS) prágai ülésére összpontosult. E szervezetek (és asszociációik, bizottságaik) ülésein a szereplésre való felkészülés (előadások, szimpózium-anyagok, terminológiai javaslatok stb.) az ülésszak kényszerű lerövidülése miatt nem érvényesülhetett teljes mértékben.

Napjaink egyéni és bizottsági munkáját az 1969 őszén Budapesten tartandó 9. Kárpát-Balkáni Földtani Kongresszusra való felkészülés hatja át, melynek a regionális szervezeten túlnőtt tematikájából három főtéma, „Metamorfózis és hegységszerkezet kölcsönhatása", „Utómagmás kőzet- és ércképződés" és „Ritkafémek eloszlása üledékes képződményekben" a Bizottság munkaterületét képviseli. Reméljük, ezek problémakörének magasszintű bemutatásával és a tagországok eredményeinek szerves egységbe foglalásával a magyar tudomány nemzetközi elismerését sikeresen fogjuk szolgálni.

A FÖLDTANI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA

FÜLÖP JÓZSEF
AKAD. LEV. TAG

A Földtani Bizottság az elmúlt akadémiai évben is — lehetőségeihez mérten — igyekezett eleget tenni a reáháruló feladatoknak.

Rendszeresen napirendre tűzte a tudományos eredmények közreadási lehetőségének kérdését. Értékelte és rangsorolta az elkészült kéziratokat, és javaslatokat terjesztett elő közreadásukra. Sajnos, értékes kéziratok maradnak kiadatlanok, mások pedig éveket késve, veszítenek aktualitásukból. Meg kell találnunk a módját, hogy az eddiginél tömörebben fogalmazott tudományos eredmények a sokszorosítási technika valamelyik csatornáján mielőbb közkinccsé váljanak.

Három év elteltével értékeltük az 1965-ben közreadott könyvek hatását, hazai és nemzetközi sikerét. Ennek kapcsán a következő publikációk recenzióit tekintettük át:

Dr. Majzon László Foraminifera tanulmányok. Megállapítottuk, hogy e hézagpótló kézikönyv hazánkban széles körben felhasználásra került.

Dr. Strausz László: Die miozän- mediterranen Gastropoden Ungarns c. monográfiája a hazai felhasználáson kívül határainkon túl is megérdemelt érdeklődést keltett. Különös érdeme határozókönyvként való kitűnő használhatósága.

A Bizottság elhatározta tudományterülete fejlődésének rendszeres értékelését, — a hazai és nemzetközi eredmények egybevetése útján. Az első ilyen összegezések és helyzetképek rendkívül hasznosnak bizonyulnak.

Kiemelkedően fontos feladata volt a Bizottságnak a Tudományos Akadémia felügyelete alá tartozó tanszéki és múzeumi kutatóhelyek elmúlt három évi munkájának értékelése, és a következő három évre vonatkozó kutatási tervek bírálata. Hét egyetemi földtani tanszék és a Nemzeti Múzeum Föld- és Őslénytárának jelentését és tervét vizsgáltuk meg, felkért opponensek közreműködésével. Megállapítottuk, hogy e tanszékek tudományos tevékenysége kiterjed szinte minden fontosabb földtani képződményünk, hegységünk és medencénk rétegtani, őslénytani és üledékföldtani vizsgálatára.

E központi témakörben figyelemre méltó tudományos eredmények születtek, és jelentős vizsgálatok vannak folyamatban. Különösen a szilur, a

triász, a jura, a harmad- és negyedkori képződmények, kőszén- és vízföldtani vizsgálatok állottak előtérben. Alapszelvények és faunák tanulmányozása folyik korszerű módszerekkel. Ipari támogatással végzik az Alföld fiatal medencekitöltésének és pannon előtti aljzatának vizsgálatát. A Budapesti Műszaki Egyetem hagyományos feladatként, a miskolci bányászati egyetem földtani tanszékei pedig új irányként művelik a mérnökgeológiai és építésföldtani témákat. Gazdag élettapasztalat és az eredeti források elmélyült tanulmányozása alapján készülnek VADÁSZ akadémikus tudománytörténeti tanulmányai.

A kutatási témák viszonylag nagy száma és sokrétűsége az oktatás élményszerű tárgyismereti megalapozottsága szempontjából kedvezőnek ítélhető. Természeti erőforrásainak kutatása és feltárása érdekében történő gyakorlati erőfeszítéseink szempontjából azonban nem elég hatékonyak, időben is rendkívül elhúzódók. Néhány szembetűnő hiány is megállapítható a tematikában: így a szerkezetföldtani és az agrogeológiai témák művelésének hiánya. A kutató munka feltételeiről is meg kellett állapítanunk, hogy általában elégtelenek tanszékeinken; különösen a kisegítő erőkre és az anyagvizsgálati eszközökre vonatkozik ez.

A földtani tanszékeken meglevő jelentős szellemi kapacitások összefogottabb, — az új szakemberképzési és gyakorlati kutatási célkitűzéseknek megfelelőbb foglalkoztatása lenne kívánatos. Erre most jó alkalom kínálkozik a kidolgozás alatt álló 15 éves — és a negyedik 5 éves tervekben körvonalazódó célkitűzésekhez való kapcsolódás révén. Ez egyben a kutatási feltételek megjavításának is jelentős forrása lehet.

Célszerű az egyetemi tanszékeken olyan kutató munkát ösztönözni, amelyet nem terhel jelentősebb munkaszervezési igény, és a munka folytonosságának biztosításához nem fűződik rendkívüli érdek. Ily módon a kutató munka az oktatási követelményekhez jobban simítható. A tanszéki kutatások hatékonyabbá tételét, — a kutatási feltételek javítását a Központi Bizottság Tudományos Osztálya által elvégzett helyzetfelmérés is szükségesnek tartja.

A Földtani Bizottság napirendjére tűzte a geológushallgatók számarányának alakulását, és a geológusok elhelyezkedési lehetőségeinek megvizsgálását. A Nehézipari Minisztérium által felmért adatokra és saját tapasztalataira támaszkodva megállapította, hogy a budapesti és a miskolci egyetemeken jelenleg tanuló geológus hallgatók végzés utáni elhelyezkedése, figyelembevéve a kőszénbányászat visszafejlődését, és a szilárd ásványos anyagok kutatási és bányászati szerveinek geológus-telítettségét, — előreláthatóan komoly gondot fog jelenteni. Ezért a Földtani Bizottság kívánatosnak tartja, hogy mindkét egyetemen jelentősen csökkentsék a következő években a felvételre kerülő hallgatók számát, esetleg átmenetileg vegyék fontolóra a második évenkénti oktatási rendszer bevezetését. A Bizottság sürgős feladatnak tartja, hogy a külföldi munkák, — a vízföldtani, építésföldtani és agrogeológiai

feladatok mielőbbi feltárásával és megszervezésével, népgazdaságilag hasznos és szükséges új munkaterületek bekapcsolása váljék lehetővé.

A geológusképzés terén, az egyetemi alapképzésen túl is vannak feladatok. A súlypontok eltolódása a hasznosítható ásványos anyagok kutatása terén, valamint a területrendezés, a földhasznosítás és településfejlesztés földtani hátterének kiművelése szükségessé teszi a már működő geológusok egy részének továbbképzését is. Ezen a téren a negyedkori laza üledékek geológiájának tanulmányozása különösen nagy jelentőségű. A Földtani Intézet és az egyetemi tanszékek igen gyümölcsöző együttműködést alakíthatnak ki e feladat megoldására. Az említett továbbképzés külföldi vendéghallgatók fogadásával is társulhat.

A szakemberképzés időszerű problémáinak vizsgálatán kívül rendszeresen állást foglalt a Bizottság a tudományos minősítésre pályázók munkásságával kapcsolatban. Megszűnt azonban a Bizottságnak a minősítettek szakmai munkásságát értékelő tevékenysége. Célszerű lenne ebben a kérdésben központilag is állást foglalni.

Különösen eredményesnek ítélhető a Bizottság munkája a nemzetközi kérdéseket illetően. Megszerveztük a Nemzetközi Rétegtani Lexikon új kiadásának munkálatait. Ennek keretében alapvetően új elvek szerint tervezzük hazánk földtani képződményeinek áttekintését megszerkeszteni.

Értékeltük a Prágai XXXIII. Nemzetközi Földtani Kongresszusra benyújtott és közreadott hatalmas tudományos anyag jelentőségét.

A fő figyelmet természetesen a Magyar Állami Földtani Intézet alapításának 100. évfordulója alkalmából az 1969. év során Magyarországon megrendezésre kerülő nemzetközi tudományos rendezvények előkészítésére fordítottuk.

A Magyar Tudományos Akadémia rendezvényeként kerül megszervezésre 1969. IX. 11 és 19. között a Kárpát-Balkán-Dinári Asszociáció IX. Kongresszusa. Ennek kapcsán módunk nyílik arra is, hogy az Asszociációban eddig eléggé hangsúlytalanul szereplő építésföldtan és hidrogeológia, gyakorlati érdekekből indokoltan nagyobb szerepet kapjon. E tudományágak dombvidéki és medenceterületeinken jelentős fejlődésben vannak. Ezért a magyar földtan hivatott arra, hogy ezen új irányokban kezdeményező lépéseket tegyen.

A hazai földtani kutatás kiemelkedően fontos problémakörében kerül sor a Bauxit-Konferencia, a Jura-, az Eocén- és Neogén-kollokviumok megrendezésére.

A Földtani Intézetek Napja alkalmából azokat az időszerű feladatokat kívánjuk áttekinteni, amelyek világszerte a központi földtani szervezetek munkájának előterében állanak.

Budapesten tartja ülését ugyanekkor az UNESCO Világ Geológiai Korrelációs Bizottsága, a Nemzetközi Földtani Kongresszus Rétegtani Bizottsága és a Nemzetközi Paleontológiai Unió vezetősége.

45 országból 7—800 külföldi vendéget várunk Budapestre ez év szeptemberében. Reméljük, eleget tudunk tenni tudományos és vendéglátói kötelezettségeinknek.

A Földtani Bizottság elmúlt évi munkáját röviden áttekintve, befejezésül annak a célkitűzésnek a változatlan helyességére kívánok utalni, amelyet a két évvel ezelőtti akadémiai bizottsági beszámolónkban úgy fogalmaztunk meg, hogy nem a megoldandó feladatok számára, hanem a helyes megoldás tényleges elősegítésére helyezzük a súlyt munkánkban. Tudatában vagyunk, hogy az eddiginél fokozottabb erőkifejtést kell tanusítanunk a népgazdasági célkitűzések tudománypolitikai támogatásában, a témaválasztás irányításában és a tudományos munkák jelentőségének elbírálásában.

Reméljük és várjuk, hogy a Központi Bizottság tudománypolitikai irányelvei megkönnyítik számunkra a teendők rangsorolását, és ösztönzőleg hatnak tevékenységünkre.

A KŐOLAJ-FÖLDGÁZ- ÉS VÍZBÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA

JUHÁSZ JÓZSEF

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A Bizottság a tavalyi év folyamán számos problémával küzdött. A legszomorúbb esemény elnökünk KERTAY GYÖRGY akad. lev. tag súlyos, hosszas betegsége, majd halála volt, ami nagymértékben rányomta bélyegét a munkára. KERTAY elvtárs vezetésével utoljára 1968. április 29-én tartottunk ülést, melyen az OKL munkakörülményeit és munkafeltételeit vizsgáltuk. Ezután KERTAY elvtárs súlyos betegsége megakadályozta őt a tudományos bizottság újabb összehívásában. Az elmúlt évben elnökünk mellett GRÁF LÁSZLÓ kandidátus is eltávozott közülünk, aki haláláig a bizottság egyik legaktívabb tagja volt, s így elhunyta ugyancsak nagy veszteségünk volt.

KERTAY GÖRGY akad. lev. tag halálával a X. Osztály a Bizottságot átalakította. Elnöke DANK VIKTOR kandidátus, titkára pedig JUHÁSZ JÓZSEF kandidátus lett. A Bizottság elhunyt tagjainak helyét egyelőre nem töltötte be.

Az újjászervezés utáni első ülést 1968. december 16-án tartottuk. Ezen meghatároztuk a Bizottság következő évi munkatervét, részletesen értékeltük az OKL hároméves kutatási beszámolójelentését, a NME Olajtermelési Tanszék és a MTA Bányászati Munkaközösség geotermikus kutatásának hároméves eredményét.

A Bizottság felügyelete alá tartozó OKL az elmúlt három évben igen fontos alap- és ipari kutatási munkát végzett. Egyebek között a kőolaj infravörös spektruma alapján végzett rétegazonosítási vizsgálatokkal kapcsolatban e módszer alkalmazhatóságát és hasznosságát bizonyították újabb kísérletekkel. A porfirin-meghatározási módok közül kiválasztották a laboratóriumi mérésekre legalkalmasabb módszert. Az elválasztási módszereket kidolgozták a magyar olajokra, az azonosítási vizsgálatokra, ultraibolya, infravörös és emissziós spektrográfiát alkalmaztak.

Nagynyomású berendezést készítettek határfelületi jelenségeknek telepnyomáson és hőmérsékleten történő tanulmányozására.

Organikus oldószeres emissziós spektrál analitikai módszert fejlesztettek ki a kőolajok nyomelemeinek meghatározására.

A nagylengyeli olajokban korábban kimutatott aktív frakció alkalmasnak bizonyult kúttalpkezelésre, a termelő zóna hidrofobizálására. Tisztáztak

több fontos, a porózus kőzet szerkezete és mérhető tulajdonságai közötti összefüggést. Kidolgozták a kapilláris nyomás és a folyadéktelítettség centrifugás módszerrel történő összefüggés meghatározásának elméletét és laboratóriumi módszerét.

Kidolgozták a spontán felszívásos olajkiszorítás mechanizmusának elméletét és laboratóriumi vizsgálati módszerét. Tisztázták a gravitációnak, a fázisok sűrűségkülönbségének, valamint a kiszorítási sebesség és az energetikailag optimális felszívódási sebesség arányának hatását az olajkiszorítás hatásfokára.

A bizottsági vizsgálat megállapította, hogy az OKL a hároméves tervét — amelyet a Bizottság állapított már meg — maradéktalanul végrehajtotta, sőt az ipartól érkezett megbízásoknak is eleget tett. Üdvözlendő, hogy az OKL az olajipar által megrendelt népgazdasági fontosságú olajbányászati témákra nagyon rugalmasan és gyorsan állt át.

A NME Olajtermelési Tanszéke „a nagyviszkozitású olaj szállítása" című témacsoport keretében a hazai olajszállítás szempontjából fontosabb, úgynevezett hőkezeléses szállítási megoldást dolgozta ki elméleti és gyakorlati vonatkozásban, amely a szegedi—százhalombattai kőolajszállítás gyakorlati megoldását hivatott szolgálni.

A mélyszivattyúzással kapcsolatos elméleti kutatási eredmények alapján a Dunántúli Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat több úgynevezett kislöketszámú mélyszivattyúhajtó berendezést szerkesztett, amely a gyakorlatban jól bevált. A korszerű időszakos segédgázos kútberendezésnek demjéni üzemviszonyokat szem előtt tartó első példányát elkészítették. A szerzett tapasztalatok alapján most tökéletesített berendezést készítenek.

A MTA Bányászati Munkaközössége geotermikus kutatásai a körülményekhez képest megfelelőek voltak, a lehetőségeket jól kihasználták. Folytatták a korábbi évek fűtésre alkalmas hévíztermelési lehetőségeinek vizsgálatát, technológiai és földtani vonatkozásban. Az eddigi kutatásokról és eredményekről egy dolgozatban számoltak be. Ennek alapján a Bizottság felmérte a geotermikus energiatermelés és felhasználás helyzetét hazánkban. A Boldizsár Tibor doktor bizottsági tagunk által összeállított anyag bemutatta, hogy az OMFB 1962 óta foglalkozik a kérdéssel, és mintegy 200 millió forintot költött kutatásra. Jelenleg a 64 db meglevő hévízkútból 3-szor annyi kalória jut a felszínre, mint az 1962 előtt található 23 kútból. 4000 kalóriás szénre átszámítva 300 vagon/nap termelésű bánya kalóriamennyisége kerül a hévizekkel a felszínre, az előzőhöz képest 1/3—1/4 bekerülési költséggel.

Az országos vizsgálatok megállapították, hogy Csongrád megyében, mintegy 5000 km^2-nyi területen 90 °C feletti hévizet lehet nyerni, mely pl. létesítmények fűtésére kiválóan alkalmas. A Kisalföldön 4000 km^2-nyi területen kisebb, de még így is igen komoly geotermikus energiatermelés lehetséges.

Megállapították, hogy az eddigi kutatás során a hasznosításra vonatko-

zóan komolyabb vizsgálatok nem voltak. Ma már elsősorban a Kisalföldön kialakult viszonyok megkívánnák azt, hogy tudományosan is foglalkozzunk a geotermikus energiahasznosítással, elsősorban az ottani kisebb permeabilitás miatt.

Az előterjesztett anyag megállapította, hogy a geotermikus energiahasznosítás ma már kinőtte az OMFB keretét, ott erre megfelelő szakember nem lévén, a szakszerűség háttérbe szorul. Az OVH-nak más a profilja és nincsenek megfelelő szakemberei. A geotermikus energiahasznosítás tulajdonképpen az energiagazdálkodásra tartozik, de ott sem foglalkoznak ezzel.

A Bizottság igen élénk vita után megállapodott abban, hogy a hévizekből nyerhető hőenergia kérdésében tudományos kutatási és ipari felhasználási javaslatot terjeszt az illetékesek felé.

A Bizottság 1969. évi munkatervét a múlt év folyamán összeállította és megvizsgálta a hozzátartozó kutatóhelyek hároméves kutatási tervét is.

Az OKL hároméves időszakra adott kutatási terve az ipari kutatásnak igen jó kiegészítője, sem párhuzamosságot, sem szükségtelen átfedést nem lehet tapasztalni. A hároméves kutatási tervből a Fizikai Osztályon két nagy témát lehet kiemelni. Az első az abszorpciós folyadékok porózus tárolóban történő viselkedésével foglalkozik. Ezen belül a kőolaj legaktívabb anyagainak vizsgálatát végzik két irányban. Foglalkoznak különböző iparilag előállított felületaktív anyag hatásával a tárolóban, másrészt a határfelületi feszültség, a nedvesítési szög meghatározásához előállított terepi mérőberendezés beállítását végzik.

A téma első felében az OKGT laboratóriuma is végez vizsgálatokat, de a vizsgálatok célja és jellege más irányú, így az Olajbányászati Kutató Laboratórium ilyen irányú vizsgálatai fontosak és szükségesek. A második témarész már annyira kidolgozott, hogy a laboratórium által készített mérőberendezés ipari hasznosítása van folyamatban. Az OKGT az OKL-től rendeli meg ezeket a méréseket, amelyek ha rutinmunkává válnak, az OKL átadja az iparnak.

A Fizikai Osztály második kiemelkedő munkája a biogenetikai nyomhordozó anyagok vizsgálata. E fontos tudományos téma keretében az ipar számára szükséges méréseket is az OKL végzi, mert e speciális vizsgálatokra az OKGT nem kíván berendezkedni.

A Rezervoármechanikai Osztály a kőolajkiszorítás kérdéseivel foglalkozik, nagyrészt a továbbiakban is, ezen belül a kapilláris lefűződés csökkentését vizsgálja a primer kiszorításban felületaktív anyagok hozzáadásával, valamint a maradék olajkiszorítást másodlagos termelés esetén oly módon, hogy adalékanyagokkal a víztelítést csökkenti, illetve adott víztelítettség mellett keresi az eljárást még gyakorlatilag hasznosítható mennyiségben kiszorítható kőolajmennyiség elérésére.

Az Osztály hároméves tervében új témaként két olyan kutatást is felvett, amelyet az ipar kért a Laboratóriumtól. Egyik a fázisáteresztőképesség vizsgálat, másik a CO_2-vel történő kihozatalnövelés.

A NME Olajbányászati Tanszéke a hároméves kutatási tervében csak a nagyviszkozitású és dermedő kőolaj csővezetéki szállításával foglalkozik tovább. Ennek alapkutatási szempontból is nagy a jelentősége, mert az olaj ára világszerte csökken, és így a szállítási költség csökkentése rendkívül fontos. Ugyanakkor igen aktuális ipari kutatás is az algyői telepek olajának szállításánál azok nagy szerkezeti viszkozitása és nagy hőmérsékletű dermedési pontja miatt.

A Bizottság következő évi munkái során felméri az elvégzendő legfontosabb feladatokat, és azok végrehajtására az akadémiai kutatóintézetek vagy más szervek felé javaslatot tesz. Ez a munka egyben az akadémiai, az ipari és a tanszéki kutatóhelyek együttműködése elősegítésének első lépését is jelenti. Eddig csak az OKL és a NME Olajbányászati Tanszéke volt a tudományos bizottság irányítása alatt. Ezen kívül azonban be kellene vonni az OGIL és az OFKFV, valamint más tanszékek és intézmények idevágó kutatásait is a tudományos bizottság véleményezése és elvi irányítása alá. A Bizottság ezért a legközelebbi jövőben megvizsgálja azokat a témákat és kutatóhelyeket, amelyek e tudománykörben működnek. Így a tudományos kutatás vérkeringésébe bevonja mindazokat az intézményeket, amelyek akár rendszertelenül is, de ma is végeznek tudományos kutatást, ill. meg van erre a lehetőségük.

A Bizottság a magas színvonalú kutatógárda kialakítása és továbbfejlesztése érdekében az osztályvezetőség jóváhagyása után javaslatot dolgoz ki a MTA, intézményei, a Mérnöki Továbbképző Intézet és az egyetemek kutatókat nevelő vagy továbbképző munkájára vonatkozóan. Ezen belül a Bizottság a kutatók és egyetemi oktatók kutatási, ill. oktatási munkájára vonatkozóan is tesz javaslatot. Elkezdi az egyetemi, ill. szakmérnöki képzés és az ipar színvonalának, valamint szakemberellátottságának elvi szintű összehangolását.

A Bizottság a kutatási eredmények minél hatékonyabb figyelemmel kísérése és koordinálása érdekében ülésein egy-egy intézmény néhány fontosabb témáját megvitatja, elsősorban az akadémiai kiemelt feladatok koordinálása érdekében. Figyelemmel kíséri a tudományterületéhez tartozó kutatószervek tudományos munkáját, munkatervük és kutatási eredményeik rövid összefoglalásának bekérésével.

1969-ben elsősorban a tudományterület megfelelő publicitásának megfelelő előkészítésével a készletszámítási és nevezéktani kérdések összehangolásával foglalkozik a fentieken kívül.

A Bizottság munkáját megfelelően előkészített bizottsági üléseken végzi. A munkaterv végrehajtási programjában részletezett feladatok előkészítésére egyes bizottsági tagokat (felelősöket) kér fel, akik munkájukba más bizottsági tagokat, vagy a Bizottság előzetes hozzájárulása alapján nem bizottsági tagokat is bevonhatnak. Két bizottsági ülés között felmerülő, ill. rendszeresen visszatérő ügyek intézését az elnök és a titkár együttesen végzik. A rendes ülések átlag két havonta követik egymást.

A FÖLDRAJZI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA

RADÓ SÁNDOR
A FÖLDRAJZTUDOMÁNYOK DOKTORA

Bizottságunk a legutóbbi időszakban a földrajztudományok széles területét a korábbinál is fokozottabb mértékben igyekezett átfogni. Sikerrel törekedett a két akadémiai intézetben és a 13 MÜM által támogatott egyetemi és főiskolai tanszéken végzett szerteágazó kutatásokat és a MFT tevékenységét a lehetőségekhez mérten legjobban tervezni, koordinálni, és a kutató helyeket a végzett munkájukról beszámoltatta.

A bizottsági üléseken a központi irányelveknek megfelelően rendszeresen megtárgyaltuk a legfontosabb tudományszervezési feladatokat, az új gazdasági mechanizmus keretei között alkalmazandó tudományirányítási metódusokat, a káderutánpótlás helyzetét, a hazai és nemzetközi kapcsolatok fejlesztésének célszerű lehetőségeit, s értékeltük a földrajzi kiadványokat.

A Bizottság jelentős munkát végzett a földrajztudományok helyzetének, eredményeinek és feladatainak részletes felmérésével, megvitatásával, a felszabadulás óta megtett út értékelésével, és a távlati koncepcionális terv készítésével.

Először sikerült a tanszéki kutatóhelyek témáit országos szinten úgy koordinálni, hogy az elmúlt hároméves tervidőszak értékelő lezárása alapján a következő, 1969—1971. évi tervperiódusra a közel 50 téma 9 jól koordinálható, tudományos és gyakorlati szempontból egyaránt jelentős témacsoport kereteibe sorolható.

Fokozódott és bővült a földrajz és más geotudományok, ill. rokon intézmények közötti kapcsolat, ami részben bizottsági, de méginkább intézmények közötti kétoldalú megállapodásokban, sőt közös munkában, kölcsönös és többoldalú együttműködésben nyilvánult meg. Előadással szerepeltünk az Osztály által rendezett „Áramlási ankéton", amely külön jó alkalmat adott a többi földtudománnyal való szorosabb együttműködésre, közös problémáink együttes megvitatására. A hasonló kapcsolatokon kívül igen hasznosaknak bizonyultak azok a számban és minőségileg is növekvő feladatok, megbízatások, amelyek közvetlen gyakorlati munkálatokra irányultak, s amelyek egyúttal megtermékenyítőleg hatottak földrajzi alapkutatásainkra is mind elvi, mind metodikai vonatkozásban.

E szűk keretben nem vállalkozhatunk a lezárt 3 éves tervidőszak sokrétű, publikációk seregében közzétett eredményeinek ismertetésére, ill. valamennyi földrajzi kutatóhely munkálatainak bemutatására. Az osztálytitkári beszámoló több földrajzi kutatáseredményt tartalmazott, az FKI tevékenységének ismertetése során. Példaként ezért a DTI Földr. Oszt. és néhány tanszék fontosabb eredményeire utalunk, azzal a megjegyzéssel, hogy a X. Osztály kiemelt témájához kapcsolódó, és az előző tervperiódusban a II/a és b csoportba sorolt, Bizottságunk által különösképpen koordinált néhány témacsoportot érintünk csupán.

A természetföldrajzi tanszékek oktató-kutatói a különböző méretarányú általános geomorfológiai térképek elkészítése mellett a célgeomorfológiai térképek egyre több változatával kísérleteztek. Az ország domborzatának elemző természetföldrajzi vizsgálata c. téma keretében hegységeink fejlődésmenetét tanulmányozták, s különösen a tönkösödéssel, hegyláblépcső-képződéssel és a hegylábfelszínek kialakulásával, ezenkívül karszt-, lösz-, homok-, teraszmorfológiai vizsgálatokkal kapcsolatban jutottak új felismerésekre. A gyakorlati szervek igényeinek kielégítését szolgálták többek között az alkalmazott lejtőmorfológiai kutatások, mezőgazdasági üzemek és gyakorlati szervek részére készített részletes domborzati, talajgenetikai térképek, talajvédelmi, talajeróziós vizsgálatok és térképezések.

A Zempléni-hegységben, a Sajó—Bódva közötti területen, a Dél-Alföldön, Dél-Dunántúlon végzett felszínfejlődési kutatások a jelzett területek átfogó regionális geomorfológiai térképezését, tájértékelését is célozzák.

További eredmények születtek a tájtipológiai kutatások elvi-metodikai kérdéseinek tisztázásában, külföldi országok komplex földrajzi feldolgozásában, általános természeti törvényszerűségek felismerésében. Fokozottabb szerephez jutottak a komplex kutatások.

A Telephelyelmélet a szocialista viszonyokra c. témacsoporton belül a marxista telephelyelmélet pozitív kifejtésére, s a szocialista — ezen belül főleg a szovjet — telephelyelméletek rendszerezésére, továbbá indirekt formában a polgári telephelyelméletek kritikájára került sor. A vonatkozó munka részletesen elemezte a magyar ipartelepítés eredményeit, hiányosságait, továbbá a tudományosan végzett ipartelepítési politikánk hatását gazdasági növekedésünkre. A szocialista országok gyakorlatában először történt kísérlet az ipar szakszintű tervezése módszertani kérdéseinek összefoglalására.

A gazdaságföldrajzi tanszékek kutatásaiban is jelentős szerepet kaptak a lejtős területek földrajzi problémái, gazdaságföldrajzi aspektusból. Pl: Heves megye földrajzi munkamegosztásának jelenlegi helyzetét, a termelés színvonalának regionális különbségeit és azok alakító tényezőit vizsgálták, különös tekintettel az egyes területek természeti adottságaira, s az adottságokhoz jobban alkalmazkodó termelési szerkezet kialakítására. A Tiszántúl két északi megyéjének a mezőgazdasági termelés földrajzi feltételeire, területi elhelyez-

kedésére és típusaira vonatkozó — alkalmazott gazdasági-statisztikai elemzési módszerekkel végzett — vizsgálata a körzet egyes tájainak termelésre való alkalmasságára, a termelőszövetkezetek munkaerő-helyzetére és a termelés színvonalát alakító tényezőkre irányult.

A térképtudomány több jelentős munkája közül a regionális atlaszok, az 1 : 2 500 000 méterarányú Világtérkép szerkesztésében elért eredményeket említjük, amelyekről Mexikóban és Új-Delhi-ben a Nemzetközi Földrajzi Kongresszusokon is beszámoltunk. A legutóbbi év egyik fontos kiadványa Budapest atlasza.

A korábbihoz képest csökkentett számú, részben a területi és országos tervező szervekkel egyeztetett témák nagy része lényegében az alábbi főbb témacsoportok köré tömöríthető, s ezek jelentik a földrajztudományok előtt álló feladatok körét:

Az általános természetföldrajzi törvényszerűségek témakörben a természeti tényezők kölcsönhatásait vizsgáljuk, és a jelenleg ható folyamatokat metrikus mérésekkel figyeljük meg.

A komplex természetföldrajzi tájértékelés témakörben különböző típusú természeti térségek geofaktorainak potenciális értékeit tárjuk fel a gazdálkodás szempontjából; tájtipológiai mintatérképeket készítünk.

Tematikus földrajzi térképezéssel a korábbi programot folytatjuk, de sort kerítünk a természeti és gazdaságföldrajzi térképezések szoros koordinálására is, ami nyilván visszahat majd mindkettő metodikai továbbfejlődésére.

A természeti erőforrások szerepe a területi — gazdasági fejlődésben új témacsoport. Közelebb hozza kutatásainkat az „Ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása" c. kiemelt akadémiai témához, s egyúttal a X. Osztály általános kutatási célkitűzéseihez.

A gazdaság térbeli szerkezetének vizsgálata c. témacsoportban az egyes gazdasági-társadalmi tevékenységi formák és jelenségek térbeli rendjének, és egyes területi egységeknek komplex feldolgozására kerül sor.

Magyarország egyes gazdasági körzeteinek komplex vizsgálata során egy-egy területi egység gazdasági fejlődésének valamennyi földrajzi eleme együttesen szerepel, s főleg az ország ún. „probléma" területein — az Alföldön, Dél-Dunántúlon, a hegyvidéki elmaradt agrárterületeken — realizálódnak a kutatások.

A külföldi országok földrajza témakörben részben az általános természeti és gazdaságföldrajzi törvényszerűségek feltárására, részben a felsőoktatás és a földrajztanári továbbképzés igényeinek kielégítésére kerül sor.

A térképészetben folytatjuk a regionális atlaszok kiadását. Emellett a népgazdaság, a területi tervezés érdekében elkezdjük a tervezési atlaszok szerkesztését. Kialakítjuk az egész országra kiterjedő földrajzi alaptérképrendszert.

A földrajzoktatás módszertani kérdései a felsőoktatási kutatóhelyeken kutatási feladatként szerepelnek.

Tovább kívánjuk fejleszteni kapcsolatainkat a hazai tervező és gyakorlati szervekkel, rokontudományokkal, mindenekelőtt a X. Osztályhoz tartozó testvértudományokkal, s eddig is kiterjedt nemzetközi tudományos kapcsolatainkat tovább erősítjük.

A METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA

BACSÓ NÁNDOR

A FÖLDRAJZTUDOMÁNYOK DOKTORA

A Meteorológiai Tudományos Bizottság két éve működik a Föld- és bányászati tudományok osztályának keretében, mint ennek a légkörfizikai kutatások területén dolgozó tanácsadó szerve. Ezt megelőzően az Agrártudományok Osztályához, majd az Elnökséghez csatoltan működtek meteorológiai bizottságok. Az a véleményünk, hogy Bizottságunk most van a megfelelő helyen, ahol a légkörfizikai tudományterület egészét és egyben minden részletét bevonhatja tevékenysége, vizsgálódásai, tárgyalásai és javaslatai körébe. Eme feladat ellátásában ez az Osztály megértéssel és „sovinizmus" nélkül támogat bennünket. Így meteorológus adminisztrátor alkalmazására is sor került.

Tudományterületünk köre igen széles és egyben igen sokrétű, sokoldalú, hiszen a légkörfizikai jelenségek és változások a Föld élő és élettelen világának minden részletében több kevesebb, nem egy vonatkozásban döntő szerepet játszanak. Elhibázott volna, ha működésünket egy-egy bármily fontosnak bizonyuló részletre szűkítenénk le, vagy ha csak a légkörfizikai alapkutatások, vagy azok számtalan gyakorlati alkalmazása közül csak egyre fordítanók figyelmünket. A tudományterület széles köre és sokrétűsége indokolja meg Bizottságunk 15 főnyi taglétszámát és szakok szerinti összetételét: meteorológusok, mezőgazdasági szakemberek, orvos, hidrológus, geofizikus vannak benne, s a hazai felsőoktatást is 4 egyetemi tanár, 1 c. egyetemi tanár és 2 egyetemi docens képviseli. Fenti célkitűzésünknek megfelelően 3 munkabizottságot hoztunk létre, az egyes alkalmazott kutatási ágak gondozására. Ezek az agrometeorológiai, hidrometeorológiai, valamint az egészségügyi-, biometeorológiai munkabizottságok, amelyek az említett tudományterületek képviselőivel szorosan együttműködve foglalkoznak az illetékességük körébe tartozó kérdésekkel, míg a szorosan vett meteorológiai alapkutatásokkal a Bizottság hivatásos meteorológus tagjai foglalkoznak.

Mind a munkabizottságok, mind maga a Bizottság az elmúlt évben rendszeresen tartott üléseket, a tagok 80—90%-os részvételével.

Ülésein megtárgyalta az 1966—68-ban végzett meteorológiai alap- és alkalmazott kutatásokat, felmérte azok eredményeit, véleményezte azokat,

javaslatokat dolgozott ki és tanácsokat adott a kutatóhelyeknek. Megbírálta és véleményezte az Akadémia, illetve a Művelődésügyi Minisztérium által támogatott kutatóhelyek munkáját és azoknak az új tervidőszakra készített terveit. Örömmel állapította meg a Bizottság, hogy mind a három kutatóhelyen eredményes munka folyt. Az ELTE meteorológiai tanszékének munkájából az öntözéses gazdálkodás érdekében folytatott hő és vízháztartás mérésekkel, a JATE meteorológiai tanszékén a rizsföldek mikroklímájának kutatásában, a KLTE meteorológiai tanszékén az erdő és a szőlő mikroklímájának vizsgálatában értek el új eredményeket. A Bizottság a munka folytatását és támogatását 1969—1971-re javasolta.

A Bizottság 1968-ban két sikeres ankétot rendezett korszerű, komplex meteorológiai témakörökben, a METESZ tagegyesületeivel kooperációban. Az egyiknek tárgya „Az új gazdasági mechanizmus alkalmazása a meteorológiában" volt, a másiké: „Az automatizálás szerepe a meteorológiai észlelésben és feldolgozásban". Ezeken kívül tevékenyen, több előadás szervezésével és vállalásával vett részt az Osztály közös „áramlási ankétjén" 1969 februárjában.

A Bizottság foglalkozott a szakterületi minősítések kérdésével is. Megállapította, hogy ezen a vonalon nincs jelenleg egységes gyakorlat. A meteorológusok eddig igen különböző és sokféle megjelöléssel szereztek minősítést. Vannak köztük a mezőgazdasági, földrajzi, fizikai, műszaki, biológiai tudományok kandidátusai, illetve doktorai. Kívánatos lenne az egységesítés. Javaslatunk, hogy a jövőben egységesen a „földtudományok (meteorológia)" minősítettje szerepeljen az oklevélben.

Kívánatosnak látja a Bizottság — amelyben a szakterület szinte valamennyi hazai jelentős szakembere helyet foglal, — hogy több szolgálatot tegyen a szakterületi minősítésnek. Kívánatos lenne, ha a TMB meghallgatná a Bizottság véleményét a szakterületen minősítésre pályázók kutatási terveiről, ha a Bizottság részt vehetne az opponensek és a bíráló bizottság kijelölésében, hivatalból meghívást kapna a védésekre. Mindez ma nincs gyakorlatban.

A minősített szakemberek munkáját a Bizottság igyekszik segíteni. Tájékoztatást kért tőlük működésükről, összegyűjtötte 126 szakirodalmi publikációjuk jegyzékét, tanácsokat adott működésükhöz, és tapasztalatcsere érdekében üléseire tájékoztató előadásra hívta meg őket. Szándékunk ennek a tevékenységnek a folytatása.

A Bizottság figyelemmel kíséri a hazai szervek nemzetközi szakmai kapcsolatainak alakulását. A Csehszlovák és a Bolgár Tud. Akadémiákkal a felhőfizikai kutatások terén fejtünk ki együttműködést. A Planetáris Geofizikai Együttműködés meteorológiai szekciójának koordináló állama Magyarország és felelőse Béll Béla egyetemi tanár, a Bizottság titkára. Jelenleg szervezi az Ózonkutatás szimpozionját Siófokon.

Munkabizottságaink és a hivatásos meteorológusok előterjesztése alapján a Bizottságban az a vélemény alakult ki, hogy az Országos Távlati Kutatási

Terv összeállításakor kívánatos meteorológiai tárgyú főtéma felvétele. Ennek tárgya: „*Magyarország éghajlati és időjárási energiaforrásainak feltárása és hasznosítása*".

Minthogy hazánk energiahordozókban aránylag szegény ország, Bizottságunk kétségtelenül meglevő éghajlati energiáinak nagy jelentőséget tulajdonít, és azoknak az eddiginél nagyobb intenzitással történő kutatását nagyon fontosnak tartja. A mezőgazdaság, a szántóföldi és kertészeti termesztés, az erdőgazdaság, a növényvédelem, az öntözés, az állattenyésztés éghajlati és időjárási vonatkozásainak kutatása, az ipar meteorológiai kérdéseinek vizsgálata gyakorlatilag is sokat ígérő témákba foglalhatók. Az egészségügyi meteorológiai kutatás nagy jelentőségű lenne a városi légszennyezés egyre égetőbb kérdéseinek jó megoldásához, az üdülőhelyek, gyógyhelyek éghajlati viszonyainak feltárásában, a munkahely-klímák helyes normáinak kialakításában. Az alapkutatások között kiemelkedik a hazai időjárás előrejelzésének tökéletesítésére irányuló vizsgálatok és új módszerek kidolgozása. Mindezek a kérdések részben tisztán meteorológiai alapkutatással, részben különleges alkalmazott kutatásokkal tárhatók fel, a fentemlített főtéma feldolgozásának során. Javaslatunkat a főtéma felvételére ezúttal is megismételjük.

A BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG BESZÁMOLÓJA AZ 1968—69-ES AKADÉMIAI ÉVRŐL

LÉVÁRDI FERENC

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Az elmúlt időszakra vonatkozó számvetés és a további célkitűzések áttekintése előtt hivatkozom arra az — időközben már akceptált — indítványunkra, mely a bányászati alapkutatások jelen helyzetéből és feladataiból kiindulóan, az ország természeti erőforrásainak kutatására és feltárására vonatkozó kiemelt akadémiai kutatási feladat bányászati fejezetének továbbfejlesztésére: az ásványi nyersanyagok hasznosítására vonatkozó kutatások teljeskörűvé tételére irányult. Úgy láttuk ugyanis, hogy a kiemelt kutatási témacsoportnak fel kell ölelnie a hazai nyersanyagkészletek optimális igénybevételét, valamint a kiaknázás és felhasználás optimális feltételeit, illetve mindezekre vonatkozóan a helyes népgazdasági döntéseket megalapozó kutatásokat.

Amikor most bizottságunk értékelő és tervbíráló tevékenységének legfontosabb megállapításai tükrében vázlatosan bemutatom a szilárd ásványi nyersanyagok bányászatát szolgáló alapkutatások helyzetét, akkor ezt már az újonnan, az eredetinél komplexebben megfogalmazott feladat célkitűzéseinek szellemében teszem.

A kiemelt feladatba tartozóan a Bányászati Munkaközösség által végzett bányászati analitikai kutatások eddigi eredményei világviszonylatban is magas színvonalú, tervszerű és eredményes kutatásról tanúskodnak. A mozgás-mozgatási útrendszerek telepítésére vonatkozó törvényszerűségek feltárása kiemelten számottevő. A kutatási munka továbbfejlesztésének fő irányaira vonatkozó terveket azért helyeseljük, mert ezek alapokat adnak a hazai bányászat legfontosabb feladatainak megoldásához. A bányászati gyakorlat nagy érdeklődéssel várja például a természeti tényezőkkel is befolyásolt kockázatvállalás optimális mértékének, és az ásványvagyongazdálkodással összefüggő dinamikus programozás lehetőségeinek tisztázása céljából előirányzott kutatások eredményeit, valamint az automatizálás és távirányítás gazdaságosságának, a rendszertechnikai problémák számítógépes megoldásának kutatását.

A munkaközösség kőzetmechanikai kutatásai elsősorban a kőzetek plasztikus állapotbeli viselkedésére vonatkozó ismeretek bővülését, és a kőzetcsavarozással kapcsolatos újabb törvényszerűségek felismerését eredményezték. A kutatási terveket azért is helyeseljük, mert a nagy horderejű elméleti

témák mindegyikéhez egy-egy gyakorlati bányászati problémakör vizsgálata is csatlakozik.

A bányagépészeti kutatások értékelése során kitűnt, hogy a célul kitűzött feladatokat a rendelkezésre álló anyagi eszközökkel csak kis részben lehetett megvalósítani, ezért a kutatási tervnek az anyagi lehetőségekhez való koncentrált leszűkítését javasoltuk, és vállaltuk a megfelelő kutatási kooperáció megszervezését.

Az ásványelőkészítési kutatások a vizsgált periódusban is viszonylag kis ráfordítással széles területen alkalmazható értékes eredményekre jutottak. Közülük kiemelkedő jelentőségűnek ítélhető az új típusú ciklocellás flotáló berendezés kialakítása. Az ásványelőkészítési kutatások tervbírálatakor adott tanácsainkkal igyekeztünk e tevékenységnek az akadémiai főfeladatban körvonalazott irányokban történő fejlesztését elősegíteni.

Amikor a főfeladat bányászati fejezetét továbbfejlesztettük, lehetővé, de egyben szükségessé is vált, hogy az Osztály figyelmét azokra a kutatásokra is ráirányítsuk, melyeket nem akadémiai kutatóhelyek végeznek, de lényegében a kiemelt főfeladat megoldását szolgálják. Ebből kiindulva a Bányászati Tudományos Bizottság figyelemmel kísérte a Bányászati Kutató Intézetben folyó alapkutatásokat is. E vizsgálat alapján megállapíthatjuk, hogy a Dunántúli Középhegység bauxitelőfordulásainak genetikájára irányuló hézagpótló szintézis a lehető legszakszerűbb és legalaposabb tudományos anyagot fogja biztosítani az ipar számára, a hidrológiai és hidraulikai vizsgálatok pedig főleg a lignitkülfejtések, valamint a bauxitbányászat vízszintsüllyesztésének problémáit segítették megoldani. Emellett a kőzetmechanikai kutatás a torzítási potenciálelméletet jelentősen továbbfejlesztette, és újabb eredmények jöttek létre a védőpillérek csökkenthetősége, a rétegvíztelenítéssel járó kőzetmozgásjelenségek megismerése, és a meredek telepekben jelentkező omlasztási problémák megoldása tekintetében. Mindezek alapján ismételten állítjuk, hogy ez a tervszerű, megfelelő színvonalú kutatás jogosan tarthat számot az Akadémia figyelmére, mert a kiemelt feladat számos részletét öleli fel és harmonikusan egészíti ki a Bányászati Munkaközösség tevékenységét. Amikor arról számolhatunk be, hogy a bizottság e vonatkozásban a múlt közgyűlés állásfoglalásának megfelelően tevékenykedett, ugyanakkor meg kell említenünk azt is, hogy az Akadémia vezető szervei még nem éltek azzal a lehetőséggel, hogy a nem akadémiai kutatószervek tevékenységének irányát anyagi eszközökkel is befolyásolják.

A Bányászati Tudományos Bizottság múlt évi munkája természetesen nem szűkült le a tématerületébe tartozó alapkutatásokkal való foglalkozásra. Emellett egyrészt ellátta mindazokat a feladatokat, melyek az Akadémia magasabb szerveinek munkaterveiből hárultak reá, másrészt — hagyományainak megfelelően — saját módszereivel igyekezett segítséget adni a bányászat legidőszerűbb gyakorlati kérdéseinek megoldásához.

Bizottságunk ez irányú tevékenységében pl. jelentősnek ítélhető az a munka, melyet a földtani kutatás és a bányászat egyetemi végzettségű szakembersz ükségletének a forrásokkal való összevetése, és a létszámmérleg-egyensúly biztosításával kapcsolatos feladatok meghatározása terén végzett, figyelembe véve az ország bányászati iparágainak fejlesztésére vonatkozó távlati célkitűzések időközbeni megváltozását, és ezen belül az energiastruktúra folyamatban levő átalakítását. Bizottságunk ezt a munkát az osztálytitkárral egyetértésben, az érintett alkalmazási területek, egyetemi karok és akadémiai bizottságok vezetőinek, illetve képviselőinek bevonásával végezte el, felvázolva az érintett szakemberek hatékony foglalkoztatásával, képzésének racionalizálásával és beiskolázási mértékével kapcsolatos elveket és feladatokat, hogy azok beépíthetők legyenek a negyedik ötéves terv időszakának szakemberellátását és beiskolázási programját szabályozni hivatott intézkedések sorába.

Napjaink szédületes ütemben gyorsuló technikai fejlődésében a bányászat tárgyát képező ásványi nyersanyagok megszerzésének módja és szerepe alapvető változásokon megy keresztül. Ez a körülmény — az igen éles gazdasági verseny keretében — nemcsak az ásványi nyersanyagok kiaknázási módjainak ugrásszerű korszerűsítését kívánja meg, hanem arra is rákényszeríti a nyersanyagtermelő iparágakat, hogy a nyersanyagok új és hatékony felhasználási lehetőségeit is intenzíven kutassák. Ezek a kutatások természetesen csak a különböző tudományágak eredményeinek szintézisében vezethetnek jelentős sikerre, ezért — saját munkánk intenzifikálása mellett — a más tudományágakkal való kooperáció fokozását is fontos feladatnak tekintjük, és ehhez az akadémiai szervek segítségét is kérjük.

TUDOMÁNYOS ÉRTEKEZÉS, HELYZETKÉP

A FÖLDI ELEKTROMÁGNESES TÉR SZEREPE A FÖLD BELSŐ SZERKEZETÉNEK KUTATÁSÁBAN*

ÁDÁM ANTAL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A módszerek kialakulásáról

A földi elektromágneses tér alkalmazása a Föld belső szerkezetének kutatásában három lépcsőben történt. Először a földmágneses és a földi (tellurikus) áram-komponensekből külön-külön próbáltak következtetéseket leszűrni az altalaj elektromos vezetőképességére nézve, majd a két tér: a földmágneses és földi elektromos tér kapcsolatát jellemző Maxwell-egyenletek alapján dolgoztak ki módszert az anyagállandónak, nevezetesen a kőzetek elektromos fajlagos vezetőképességének (ellenállásának) és mélységi változásának meghatározására. Ezek az időbeli fázisok nem jelentik azt, hogy a korábban felfedezett vagy kikísérletezett kutatási eljárások teljesen elvesztették létjogosultságukat. Erre nézve pl. felvilágosítást kapunk a módszerekkel elérhető kutatási mélységekből.

Tellurikus módszer (tellurika): általában néhány (néha több) km.

Magnetotellurikus módszer (magnetotellurika, MT): néhány száz km.

Földmágneses potenciál módszer: külső eredetű terekkel valamivel több, mint 1000 km, a belső eredetű szekuláris változások felhasználásával feltehetően többezer km.

Természetesen ezeknek a módszereknek a feloldóképessége is igen különböző és függ a rétegsor paramétereitől is.

A történeti fejlődést illetően néhány név és évszám eligazít bennünket.

Bár a földi áramokat csak a múlt század elején fedezték fel az angliai telefonvonalakon (BARLOW, 1849), az első információkat az altalaj elektromos vezetőképességéről mégsem a jóval korábbról ismert földmágneses térrel, hanem a földi áramokkal kapták. J. LAMONT, aki 1859-ben az első földi-áram-obszervatóriumot felállította München mellett, jó közelítéssel meghatározta az üledékes réteg (az ún. molasz) vastagságát is. A tellurikában nevezetes az 1921-es év, amikor E. LEONARDON C. SCHLUMBERGER irányításával a rajnai törés két oldalán mérte a földi áramokat és a térerősség arányára 1/20 értéket kapott. Ez a tapasztalat indította el útjára a földi áramok ipari alkalmazását

* Elhatároztuk „A földfizika újabb eredményei" c. könyv kiadását. A különböző cikkekben foglalt anyag egyeztetése és továbbfejlesztése érdekében egyes tanulmányokat az Osztályközleményekben előzetesen megjelentetünk. Ez a cikk ebbe a sorozatba tartozik. *(szerk.)*

a földtani nyersanyagkutatásban. M. SCHLUMBERGER 1939-ben közölte a kb. 20 sec periódusú földiáramváltozásokkal, az ún. pulzációkkal végzett „tellurikus kutatásainak" első eredményét. Hazánkban a NME Geofizika Tanszéke Sopronban 1952-ben kezdett el foglalkozni a tellurikus mérési módszer gyakorlati kérdéseivel. A Nagycenk melletti földi-áram-obszervatórium 1957-től regisztrál. A 60-as évek közepére forrt ki a M. Áll. Eötvös Lóránd Geofizikai Intézetben az ún. komplex geoelektromos kutatási eljárás.

1889-ben elemezte A. SCHUSTER a földmágneses tér napi változását, és először bontotta fel azt külső és belső eredetű részre. A mágneses szondázásoknak ez az alapja. SCHUSTER Föld-modellje homogén vezető gömb. A modell 1919-ben CHAPMAN számításaiban már két rétegből áll. Kívül 250 km vastag nagyellenállású réteget tételez fel a jólvezető földbelsőn. Ennek a modellnek a továbbfejlesztésében jelentős szerepe volt A. T. PRICE-nek és B. N. LAHIRInek. — Főképpen az 0,5—2 órás öbölháborgások tanulmányozása terén a német és japán iskolát kell még megemlíteni számos neves kutatójával. A szekuláris változások tanulmányozása elsősorban MC. DONALD nevéhez fűződik (1957).

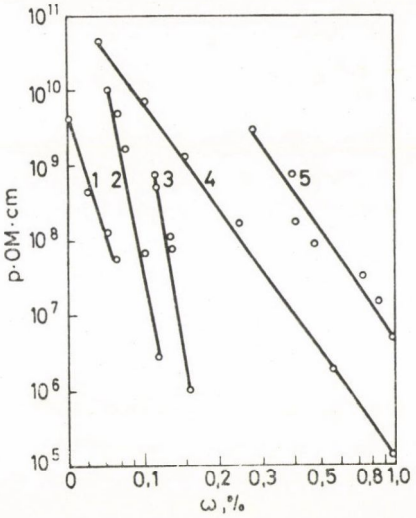
A földmágneses tér és a földi áramok valamilyen összefüggése már a földi áramok felfedezésekor nyilvánvaló volt. A kapcsolat mibenlétét azonban még a MAXWELL-egyenletek publikálása után is (1865) többféleképpen értelmezték. VAN BEMMELEN, aki kísérleteit Java szigetén végezte, 1908-ban szűrte le az első érvényes következtetéseit a két tér kapcsolatáról és az altalaj vezetőképességének változásáról. A ma, CAGNIARD kifejezésével magnetotellurikának nevezett kutatási módszer elméleti alapjait több érdekes japán kísérlet után 1950-ben, egyidőben L. CAGNIARD, Y. KATO és T. KIKUCHI, A. N. TYIHONOV fektette le. A terepi kísérletek az 50-es évek végén kezdődtek mind külföldön, mind hazánkban is. Ezek számos elméleti, módszertani és technikai kérdést vetettek fel, amelyeknek megoldásában erőnk szerint vettük ki mi is a részünket.

A földi elektromágneses kutatások kőzetfizikai alapjai. A kőzetek elektromos fajlagos vezetőképessége

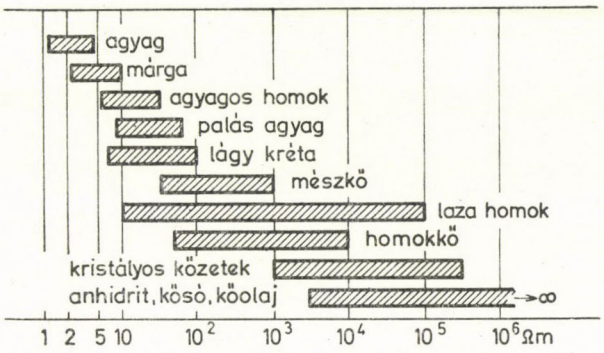
A földbelső szerkezetének megismerésében követhető egyik út a fajlagos elektromos vezetőképesség (σ), vagy ellenállás $\left(\varrho = \frac{1}{\varrho}\right)$[1] mélységi változásának meghatározása, megmérése. Erre szolgálnak a fent ismertetett módszerek. A földfelszínén mért adatok értelmezése, az általuk kifejezésre jutó anyagi összetétel (kőzetek, ásványok) meghatározása azonban csak néhány km-ig történhetik az anyagok földfelszíni fajlagos elektromos ellenállásadatai alapján. Az állapothatározók: a nyomás, a hőmérséklet lényeges megváltozása

[1] Mértékegysége az 1 m élhosszúságú kőzetkocka ellenállása: [Ωm].

a földfelszín és a nagyobb mélységek között alapvetően megváltoztatja az uralkodó vezetési mechanizmusokat, is és ennek eredményeként pedig a kőzetek fajlagos ellenállását. A méréseinkből leszűrhető következtetésekhez szükséges tehát ezekre a változásokra vonatkozó kutatások főbb eredményeinek összefoglalása is.



1. ábra. A kőzetek fajlagos ellenállása a víztartalom függvényében (w) (PARHOMENKO, 1965)
1 — andezites bazalt; 2, 3 — gránit; 4 — dolomit; 5 — bazalt



2. ábra. A kőzetek fajlagos ellenállása

A kőzetek a földfelszín közelében szilárd anyagból és ennek permeábilis repedéseit, pórusait kitöltő vizes oldatokból állnak. A vezetőképességet itt elsősorban a vizes oldatokban levő ionok határozzák meg. Ezt jól szemlélteti PARHOMENKO (1965) ábrája (1. ábra), amely szerint tizedszázalékos, vagy annál is kisebb nedvességtartalom-növekedés hatására a kőzetek fajlagos ellenállása nagyságrendekkel csökken. A kőzetek felszíni fajlagos ellenállásértékeiről tájékoztat a 2. ábránk.

A mélységgel, a nyomás növekedésével a pórusok, a repedések térfogata és ezzel a víztartalom is gyorsan csökken, és a kőzetek fajlagos ellenállása nő. Fokozatosan a szilárd anyag elektronjai és ionjai válnak az áram egyetlen hordozójává.

A szilárd anyagokat fajlagos elektromos vezetőképességük nagysága szerint 3 csoportra osztjuk:

1. vezetők: $\sigma = 10^5 - 10^7 [\Omega^{-1} m^{-1}]$
2. félvezetők: $\sigma = 10^6 - 10^{-7}$
3. szigetelők: $\sigma < 10^{-7}$

(PARHOMENKO, 1965)

A kőzetek fajlagos elektromos vezetőképessége 10^3 és 10^{-15} $\Omega^{-1}m^{-1}$ érték között változik (KRAJEV, 1951). Ezen az alapon a kőzetek a félvezetők és a szigetelők közé tartoznak. A kőzetek fajlagos elektromos vezetőképessége nagy hőmérsékleten azonban a félvezetőkéhez hasonlóan jelentékenyen megnő, míg a szigetelők vezetőképessége változatlan marad, vagy kissé változik meg. Így a kőzetek elektromos vezetőképessége a félvezetők törvényszerűsége szerint változik, amelyet a következő összefüggés ad meg:

$$\sigma = \sum_r \sigma_r \exp\left(-\frac{A_r}{T}\right) \tag{1}$$

ahol σ_r az ún. exponenciális előtti anyagállandó, A_r az áramvezető aktiválási energiájával arányos mennyiség, T pedig az abszolút hőmérséklet. r-nek pl. az olivin esetében 3 értéke van, és ez háromféle vezetési mechanizmust fejez ki. Ezek a következők:

ionos vezetés

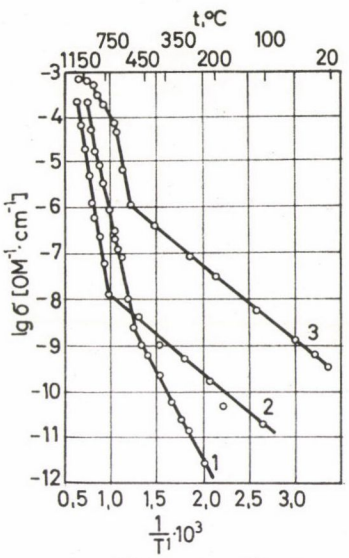
$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) \tag{2}$$

szennyezettségi (járulékos) vezetés
benső (elektronos) vezetőképesség

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{E}{2kT}\right) \tag{3}$$

A képlet a két utóbbi vezetési módnál ua., de az anyagállandók különbözők. A képletekben E az aktiválási energia, k a Bolzmann-állandó.

Ezeket a vezetési mechanizmusokat a kőzeteken nagy hőmérsékletű és nyomású kísérletekkel tanulmányozzák. A mérések eredményeként megszerkeszthetjük a $\log_{10}\sigma(1/T)$ diagramot. Ilyet a 3. ábránkon mutatunk be különböző kőzetekre (1. olivines norit, 2. olivinit, 3. augit porfirit). A diagram töréspontjai új vezetési mechanizmus felléptét jelzik. Pl. a 3-as számú görbén az első szakasz az áramhordozók kis aktiválási energiájából ($E = 0{,}6-0{,}7$ eV) következtetve a szennyezettségi vezetőképességnek felel meg. A második szakasz (700—1200 °C), amelynél $E = 1-3$ eV, a benső vezetőképességet és az ionos vezetést jellemzi.



3. ábra. A fajlagos elektromos vezetőképesség változása a hőmérséklet függvényében (BONDARENKO, 1966)
1 — olivines norit; 2 — olivinit; 3 — augit porfirit

A harmadik szakasz abban a hőmérsékleti tartományban jelentkezik, amelynél az egyes kőzetalkotó ásványok olvadni kezdenek.

A különböző kőzeteken végzett vizsgálatokból többek között két általános szabályt lehetett levonni:

1. A bázikus kőzetek fajlagos vezetőképessége 1 nagyságrenddel nagyobb, mint a savanyú kőzeteké.

2. Az alkáli kőzetek vezetőképessége viszont nagyobb, mint a bázikus és ultrabázikus kőzeteké.

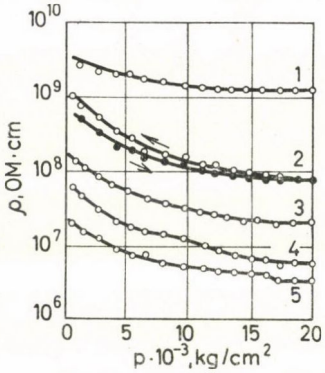
A nyomás hatása a kőzetek vezetőképességére lényegesen kisebb, mint a hőmérsékleté. Elméleti meghatározásával több szerző foglalkozott. NORITOMI kifejezése a következő:

$$\sigma_p = \sigma_0^* \exp\left[-\frac{E_0}{kT}\left(\exp\frac{2}{5}\right)\left\{\exp\left[-\frac{2}{5}\exp 5\varkappa_0 p\right] - \exp\left(-\frac{2}{5}\right)\right\}\right] \qquad (4)$$

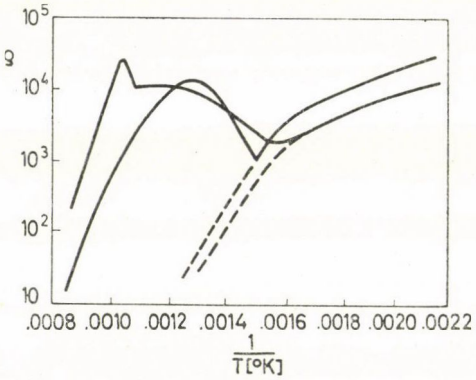
ahol σ_p a vezetőképesség p nyomáson, σ_0^* pedig nulla nyomáson, $\varkappa_0$ a kompresszibilitási tényező ugyancsak nulla nyomáson. Ha ismerjük tehát a nyomás és hőmérséklet változását a mélységgel, valamint $\varkappa_0$, σ_0^* és E_0 értékeit, σ_p mélységi változását meghatározhatjuk. A (4) képlet szerint a nyomás hatására csökken a vezetőképesség.

A kísérleti adatok a fenti elméleti megállapításokat csak részben igazolják. A szovjet kutatók mérései szerint (pl. VALAROVICS et.-sal, 1966, PARHOMENKO, 1965) a vezetőképesség a kőzetek nagy részénél a nyomással nő (l. a peridotitra kapott mérési adatokat a 4. ábrán). Egyes kőzeteknél és ásványok-

nál a kép bonyolultabb: a vezetőképesség a nyomással kezdetben nő, majd csökken. Ennek oka az, hogy a félvezetésben különböző részecskék vesznek részt, és a félvezetést ezek aktiválási energiája határozza meg. Az atomok közötti távolság csökkenésével ez növekedhetik is, csökkenhetik is. Így a kristályrács összenyomása csökkenti a termikusan gerjesztett ionok mozgékonyságát és



4. ábra. A peridotit fajlagos ellenállásának változása a nyomással (VOLAROVICS et al., 1965)
1 — t° = 20° C; 2 — 350° C; 3 — 420° C; 4 — 450° C; 5 — 520° C



5. ábra. A szerpentin fajlagos ellenállásának változása a hőmérséklettel (KELLER et al., 1966)

ezzel az ionos vezetést, ugyanakkor megnöveli a benső elektronos félvezetést.

A bázikus és ultrabázikus kőzeteknél a vezetőképesség növekedése 1000 és 25 000 kg/cm² nyomás között nem haladja meg a 80%-ot.

A log $\sigma(1/T)$ diagramokban tapasztalt változások oka a kőzet vagy az ásvány szerkezeti átalakulása is lehet. Ez új vezetési mechanizmus fellépését is jelentheti egy, a nyomástól is függő hőmérsékleten. Például szolgálhat a kisnyomású kvarc átalakulása nagynyomásúvá. Lényeges vezetőképességváltozással jár a hidratációs víz elvesztése, pl. a szerpentinnél. Így a szerpentin vezetőképessége 400 °C alatt 2—3 nagyságrenddel nagyobb, mint 600 °C felett.

Ha megfelelő nyomással a víz távozását meg tudnók akadályozni, mintegy 500 °C-nál nagyobb hőmérsékleten anomálisan nagy vezetőképességet kapnánk. Ezt mutatja 5. ábránkon a szaggatott vonal.

Tájékoztatásul BONDARENKO (1966) vizsgálatai alapján 1. táblázatunkban bemutatjuk néhány fontos kőzet fajlagos ellenállását (Ωm-ben) a hőmérséklet függvényében. Ezeket az adatokat magnetotellurikus eredményeink értelmezésében felhasználjuk.

1. táblázat

Hőmérséklet °C	gránit	gabbro	bazalt	peridotit	dunit	eklogit	urtit	olivinit
200—250	$5{,}0 \cdot 10^{10}$	$5{,}0 \cdot 10^{7}$	$3{,}3 \cdot 10^{6}$	$5{,}0 \cdot 10^{6}$	$1{,}4 \cdot 10^{8}$	$2{,}0 \cdot 10^{6}$	$5{,}0 \cdot 10^{4}$	$8 \cdot 10^{9}$
300	10^{10}	$5{,}0 \cdot 10^{6}$	$5{,}0 \cdot 10^{5}$	$5{,}0 \cdot 10^{5}$	$3{,}3 \cdot 10^{7}$	$5{,}0 \cdot 10^{5}$	$1{,}7 \cdot 10^{4}$	$3 \cdot 10^{9}$
400	10^{8}	$1{,}1 \cdot 10^{6}$	10^{5}	10^{5}	$3{,}3 \cdot 10^{6}$	10^{5}	$5{,}0 \cdot 10$	10^{8}
450	$3{,}3 \cdot 10^{7}$	10^{6}	$5{,}0 \cdot 10^{4}$	$5{,}0 \cdot 10^{4}$	$1{,}4 \cdot 10^{6}$	$3{,}3 \cdot 10^{4}$	10^{3}	$3 \cdot 10^{7}$
600	$3{,}3 \cdot 10^{6}$	$5{,}0 \cdot 10^{4}$	$3{,}3 \cdot 10^{3}$	$3{,}3 \cdot 10^{3}$	$1{,}4 \cdot 10^{5}$	$3{,}3 \cdot 10^{3}$	$3{,}3 \cdot 10^{2}$	10^{6}
800	$1{,}4 \cdot 10^{5}$	$2{,}0 \cdot 10^{3}$	$5{,}0 \cdot 10^{2}$	$5{,}0 \cdot 10^{2}$	10^{4}	$2{,}5 \cdot 10^{2}$	$1{,}7 \cdot 10^{1}$	10^{4}
860	$3{,}3 \cdot 10^{4}$	$2{,}0 \cdot 10^{2}$	$3{,}3 \cdot 10^{2}$	$2{,}5 \cdot 10^{2}$	$5{,}0 \cdot 10^{3}$	$1{,}4 \cdot 10^{2}$	$5{,}0$	10^{3}
1000	$1{,}4 \cdot 10^{3}$	50	10^{2}	50	$1{,}4 \cdot 10^{3}$	$5{,}0$	$1{,}1$	10
1200	10^{2}	5	10	10	$5{,}0 \cdot 10$	$1{,}4$	$0{,}2$	0

A földi elektromágneses térrel a földbelsőről szerezhető információk

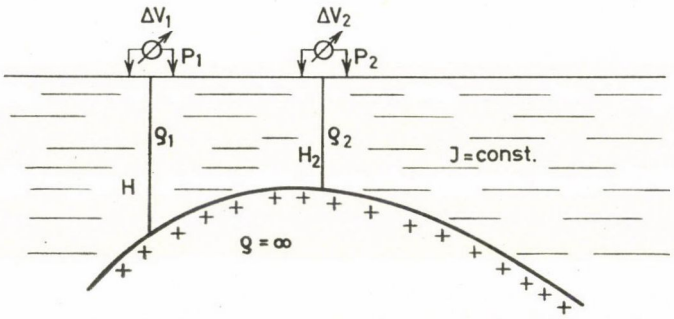
A történeti részben 3 módszer kialakulásáról tettünk említést, és megadtuk a módszerekkel elérhető maximális kutatási mélységeket is. A legperspektivikusabb ezek közül a magnetotellurika. Egyrészt megadja a mai nagymélységű bányászati kutatás számára is a felszíntől kiindulva, a geoelektromos módszerek feloldóképességének megfelelő összes geofizikai és földtani információt, beleértve a tellurikáét is, másrészt a használható ásványtelepek jelentős részének kialakulásában, és feldusulásában közvetlenül vagy közvetve résztvevő mélybeni folyamatokról is tájékoztatni tud. (Ez utóbbinak a kutatása ma nemzetközi tudományos program, az Upper Mantle Project keretében folyik.) A teljesség kedvéért azonban foglalkozunk előzetesen a másik két módszerrel és a velük elért eredményekkel.

A tellurikus áramok módszere

A földi áramok (= tellurikus áramok) a Földben folyó természetes elektromos áramok, amelyeket a földmágneses tér változása indukál az altalajban. Ennek megfelelően váltóáramok. Az elektromos térváltozás a földmágneses tér változásához hasonlóan globális tulajdonságú, tehát a Föld jelentős részén egyformán lép fel, és arányosnak vehető az elektródák távolságával. A potenciálgradiens mértékegysége: [mV/km]. Nagyságrendje 10^{-2}—10^{2} mV/km. A földi

áramok és a földmágneses tér kapcsolatát a MAXWELL-egyenletek írják le, amelyeknek anyagállandói az altalaj fizikai-kémiai tulajdonságait fejezik ki.

A tellurikus kutatás alapmodellje (6. ábra) jólvezető kőzettel befedett nagyellenállású (ϱ_∞) hengeres, tehát kétdimenziós szerkezet. Ha a jólvezető „üledék" fajlagos ellenállása lényegesen kisebb mint a „medencealjzatot"



6. ábra. A tellurikus alapmodell

képviselő szerkezeté, akkor a KIRCHHOFF-törvény értelmében az üledékben folyó áramok mellett elhanyagolhatjuk a medencealjzatban folyókat. Az ohm-törvény értelmében a földfelszínen mért potenciálkülönbség arányos az áramerősséggel:

$$P_1 \text{ pontban:} \quad \Delta V_1 = \frac{J}{H_1}\varrho_1 \tag{5}$$

$$P_2 \text{ pontban:} \quad \Delta V_2 = \frac{J}{H_2}\varrho_2 \text{ (Jelöléseket lásd az ábrán!)} \tag{6}$$

Ha az időben változó J áramerősséget ki akarjuk küszöbölni, relatív térerősséget kell számítanunk:

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{\varrho_1}{\varrho_2}\frac{H_2}{H_1} \tag{7}$$

ϱ_1 és ϱ_2 az üledék átlagos fajlagos ellenállását jelenti, ha az különböző fajlagos ellenállású üledékes rétegekből áll. Számítása a horizontális vezetőképesség képletéből

$$S = \frac{H}{\varrho} = \sum_{i=1}^{n}\frac{h_i}{\varrho_i} \tag{8}$$

kiindulva

$$\varrho = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{\varrho_i}} \tag{9}$$

A térerősség általában irányfüggő és kifejezi az ellenállás-anizotrópiát. Egy alapul választott pontban, az ún. bázison (P_2) derékszögű koordinátarendszerben mért x, y térerősség-összetevőkből lineáris vektortranszformációval fejezhetjük ki az ún. mozgó állomás (P_1) X, Y térerősségösszetevőit:

$$X = ax + by$$

$$Y = cx + dy \tag{10}$$

Ez az egyenletrendszer egy ellipszist határoz meg, ha (x, y) pont egy kör kerületén fekszik.

Az ellipszis területe (áreája)

$$A = \pi \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \tag{11}$$

a matrix determinánsának π-szerese, amely a két pont horizontális vezetőképességének hányadosával arányos.

$$A^{-1} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\varrho_2 H_1}{\varrho_1 H_2} = \frac{1}{\pi(ad - bc)} \tag{12}$$

Az ellipszis megadja a fajlagos ellenállás relatív változását különböző irányokban. Meghatározására különböző módszerek szolgálnak (abszolút, relatív ellipszisszámítás, normálegyenletek stb.).
Ha a tellurikus áramok sűrűsége a földfelszínen ($z = 0$)

$$j = \cos \omega t \tag{13}$$

akkor z mélységben

$$j = e^{-z\sqrt{2\pi\sigma\omega}} \cos(\omega t - z\sqrt{2\pi\sigma\omega}) \tag{14}$$

ahol „e" a természetes logaritmus alapja, $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$ a körfrekvencia, T = a periódus.

A (14) egyenlet által kifejezett szkineffektus az alapja a frekvenciaszondázásnak. Ha z értéke nő, az áramsűrűség exponenciálisan csökken, a fáziskésés pedig nő.

T periódusú áram „behatolási mélységén" (p) azt a mélységet értjük, ahol az áramsűrűség $1/e$-ed részére csökken le.

$$p^{[\mathrm{km}]} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{10 \varrho^{[\Omega\mathrm{m}]} T^{[\mathrm{sec}]}} \tag{15}$$

A tellurikának ezek az alapkifejezései magukban foglalják a módszer teljes problematikáját, és kijelölik a megoldások útját is. A 6. ábrán bemutatott idealizált alapmodellhez képest rendszerint a következő problémák adódnak a gyakorlatban:

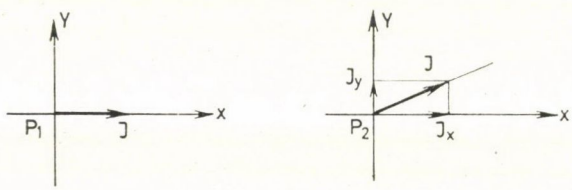
1. a medencealjzat fajlagos ellenállása nem végtelen nagy az üledékéhez viszonyítva,

2. a szerkezet nem kétdimenziós (hengeres).

A tellurikus mélységmeghatározásban a 3. legnagyobb problémát az üledék fajlagos ellenállásának változása jelenti.

A komplex geoelektromos kutatási eljárás a 2. és 3. problémát korrekcióval küszöböli ki. A korrekcióhoz nagymélységű (dipol equatoriális) elektromos szondázásokat kell végezni mesterséges térrel. A szondázások sűrűsége a terület földtani felépítésének a függvénye. A szondázások alapján a mérési területről megszerkeszthető az üledék átlagos fajlagos ellenállástérképe, és a hengeres szerkezetektől való eltérésből származó ún. szerkezeti-tényező (Φ) térkép.

A szerkezeti hatás a tellurikus áramok terelésében nyilvánul meg. A tellurikus áram egy része oldalirányban elfolyik (7. ábra). Ennek következtében a (6) képletünk a következőképpen módosul:



7. ábra. A tellurikus áramok terelésének hatása

$$\Delta V_2 = \frac{J_x}{H_2} \varrho_2 \tag{16}$$

Ebből

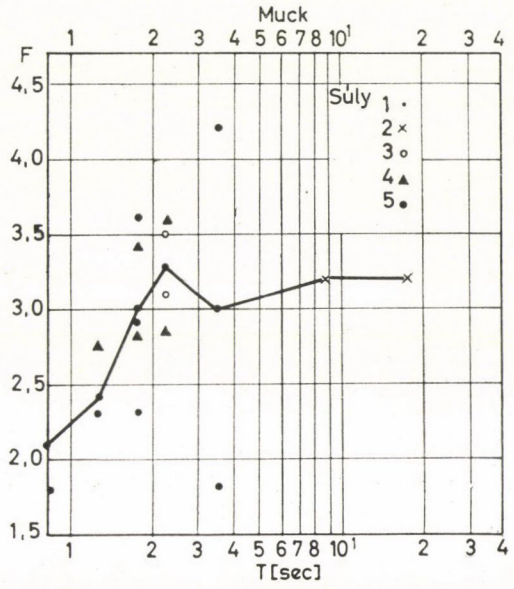
$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{\varrho_1}{\varrho_2} \frac{H_2}{H_1} \frac{J}{J_x} = \frac{S_2}{S_1} \Phi \tag{17}$$

ahol $\Phi = \dfrac{J}{J_x}$, a szerkezeti tényező kifejezi az oldalirányú elvezetés mértékét.

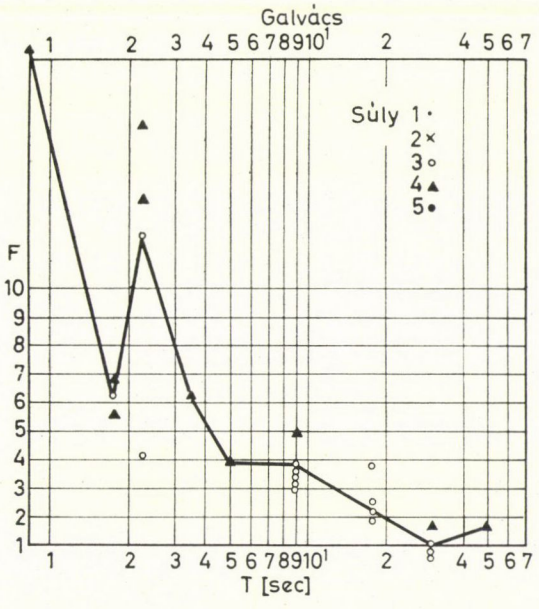
A geoelektromos vezérszint számítására felhasznált képlet:

$$H_1 = \frac{\varrho_1}{\varrho_2} H_2 A^{-1} \Phi \tag{18}$$

Φ gyakorlati számítása a dipólszondázások S értékeivel történik a tellurikus area-értékből.



8. ábra. MUCK relatív tellurikus frekvenciaszondázási görbéje



9. ábra. GALVÁCS relatív tellurikus frekvenciaszondázási görbéje

A mélységszámítás középhibája $\pm$ 10—15%.

Az üledék és medencealjzat ellenállás-kontrasztjának meghatározására a szkineffektus alapján relatív tellurikus frekvenciaszondázásokat végezhetünk. Ilyen frekvenciaszondázási görbéket mutat a 8. és 9. ábránk. Az abszcisszán a periódus, az ordinátán pedig a tellurikus area-értéket ábrázoltuk. A 8. ábra a Soproni Hegység kristályos paláján, a 9. ábra pedig a Szendrői hegység mészkövén (Galvács) mért görbét adja meg. A két görbe közötti lényeges különbség nem magyarázható csupán a két kőzet fajlagos ellenállása közötti különbséggel, hanem Galvácson jólvezető réteg betelepülésével, vagy szerkezeti hatásokkal is számolnunk kell. Ha az ilyen szondázási görbéknek az ellenálláskontrasztot jellemző iránytangensét térképszerűen ábrázoljuk, nemcsak a medencealjzat kőzetváltozásairól, szerkezeti hatásokról kapunk tájékoztatást, hanem a geoelektromos vezérszint mélységmeghatározásában várható pontosságról is (azaz az 1. feltétel teljesüléséről).

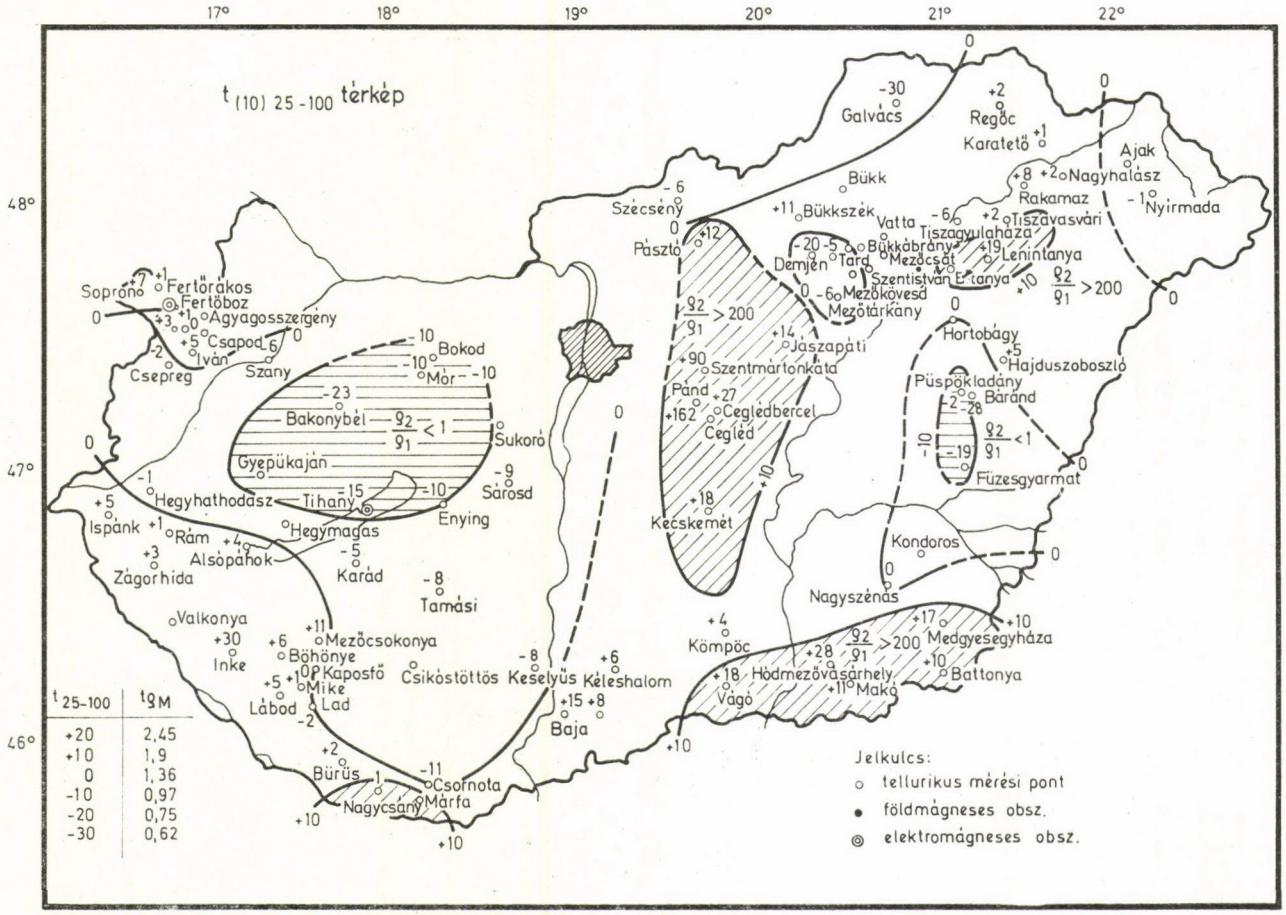
A 10. ábránkon a Nagycenk melletti obszervatóriumra vonatkoztatva mutatjuk be a regionális t_{25-100} térképünket Magyarországról. A t_{25-100} érték a relatív tellurikus frekvenciaszondázási görbe iránytangensével arányos $T = 25$ 100 sec és között. Ezek az értékek átszámíthatók elméleti görbék segítségével ellenállásaránnyá. A térkép nagyobb foltjain ezt is feltüntettük. Külön figyelmet érdemelnek a t_{25-100} térkép nagy + és — területei, mint pl. a Bakony ÉNy-i előtere (-anomália), amelyek $\frac{\varrho_2}{\varrho_1}$ értékben jelentős különbségeket fejeznek ki $\left(t_{25-100} < -9\text{-nél } \frac{\varrho_2}{\varrho_1} < 1\right)$. A nagy negatív t_{25-100} értékű területek a jólvezető rétegek árnyékoló hatása miatt nagymélységű kutatásokra pl. a felsőköpenykutatásra alkalmatlanok. Igen érdekes gazdasági kérdés is lehet pl. a negatív anomáliák okának megfejtése (pl. grafittelep).

A tellurika nagy hátránya, hogy nem abszolút értékeket szolgáltat, hanem valamilyen alapul választott pont (bázis) altalajára vonatkoztat. Információi elsősorban a kéreg legfelső részére, a medencére vonatkoznak.

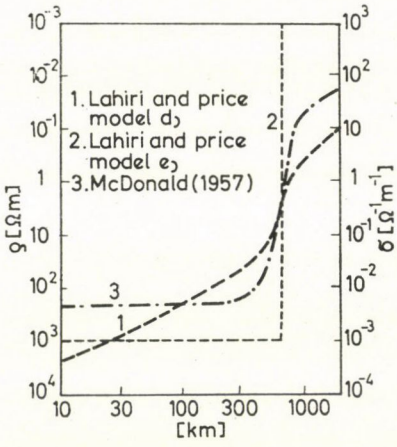
Földmágneses potenciál módszer

A mágneses potenciál-módszer az egész Földön, vagy annak jelentős részén észlelt hosszúperiódusú ($T \geq 1$ nap) mágneses térváltozások szférikus harmonikus elemzésén alapszik.

E módszer a nagy területről vett értékekből adódóan érzéketlen a lokális anomáliákra és globális átlagot ad. A vele elért legjelentősebb eredmény a többszáz km mélyen levő vezetőképességugrás, feltehetően az olivin-spinell fázisátmenet kimutatása (CHAPMAN, 1919, CHAPMAN és PRICE, 1930 stb.). A földköpeny legfelső részén ezzel a módszerrel a vezetőképességnek legfeljebb a hő-



10. ábra. $t_{(10)25-100}$ térkép Magyarországról a relatív tellurikus frekvenciaszondázás alapján



11. ábra. Elektromos ellenállás-modellek a felső köpenyre

mérséklettel arányos és folyamatos növekedését lehetett valószínűsíteni (pl. LAHIRI és PRICE, 1939, „d" modellje) LAHIRI és PRICE (1930) „e" modellje szerint a vezetőképesség 700 km mélységben igen meredeken emelkedik $\sim 10^3 \Omega^{-1} m^{-1}$-re. Ezeket a modelleket a 11. ábránkon be is mutatjuk. A teljesség kedvéért MC. DONALD (1957) modelljét is ábrázoltuk, amelyet az évszázados változások elemzése útján kapott. Ez az alsó köpenyre is ad már tájékoztatást. Eszerint 1000 km alatt a vezetőképesség nagyobb, mint $10\Omega^{-1} m^{-1}$. A földkérget és a felső köpenyt a mágneses potenciál-módszerrel nem tudjuk tehát sem részleteiben, sem lokálisan elemezni. RIKITAKE (1962) ki is mutatta e mágneses mélyszondázással kapcsolatos elméleti vizsgálataiban pl. a felső köpenyben levő GUTENBERG-féle kissebességű öv meghatározásának nehézségeit.

A magnetotellurikus módszer

A magnetotellurikus módszerrel a horizontális mágneses (H) és tellurikus (E) térváltozások egymásra merőleges komponenseiből számítjuk ki a periódus (T) függvényében az elektromos fajlagos ellenállás mélység szerinti változását a méréspont altalajában. A számítás képlete homogén közegben:

$$\varrho = 0{,}2T \left(\frac{E_x}{H_y}\right)^2 = 0{,}2T\, Z_{xy}^2 = 0{,}2T \left(\frac{E_y}{H_x}\right)^2 = 0{,}2T\, Z_{yx}^2 \qquad (19)$$

Ezeket a ϱ értékeket $\sqrt{T}$ függvényében ábrázolva kapjuk a magnetotellurikus szondázási görbét (*MTSz* görbe). A térerősségváltozások meghatározása az

összetartozó térerősség amplitúdók (pl. E_x, H_y vagy E_y, H_x) közvetlen kiolvasásával, vagy a FOURIER spektrum valamilyen gépi vagy műszeres meghatározásával történik az észlelési adatokból.

A szondázási görbék kiértékelését nagy ellenálláskontrasztok esetében, pl. a nagyellenállású medencealjzatnál, az ún. „S-intervallumban", amelynek megfelelő periódustartományban a tellurikát is használjuk, vagy végtelenül jólvezető réteg betelepülésénél grafikus módszerekkel végezhetjük. Itt a görbeágak $+/-$ 63,5°-os szöget zárnak be a $\sqrt{T}$ tengellyel. Az S meghatározására, illetve a mélységszámításra diagramok szolgálnak (pl. jólvezető aljzatnál az ún. „h"-egyenesek). Bonyolultabb többréteges *MTSz*-görbék kiértékelése elméleti görbékkel történik. Az elméleti görbéket a paraméterek változtatásával megfelelően illesztjük a mérési adatokhoz. A számítást egyedileg végezzük elektronikus számítógéppel.

A magnetotellurikus szondázási görbék meghatározásának, illetve kiértékelésének problematikája külön nagy fejezetet igényelne, ezzel most részeteiben nem foglalkozunk.

A magnetotellurikus (MT) módszer alapfeltevéseiről

A magnetotellurikus módszer elméletének kidolgozásakor legtöbb szerző (pl. CAGNIARD) feltételezte, hogy az elektromos és mágneses térvektorok (változásvektorok) horizontális gradiense elhanyagolható a vertikális gradienshez viszonyítva és az időbeli változásuk periódikus:

$$\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} = 0 \tag{20}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} = \frac{2\pi}{T} i = \omega i \tag{21}$$

Fizikailag ez a feltevés megköveteli, hogy

a) a térváltozások forrásának horizontális kiterjedése lényegesen nagyobb legyen, mint a behatolási mélység,

b) az elektromos vezetőképesség csak a mélység függvénye legyen: $\sigma = \sigma(z)$, tehát horizontális inhomogenitás és anizotrópia ne legyen.

A (21) feltétel szerint a térnek a periódikus változásait használhatjuk fel. Elvileg ennek megfelel egy szabálytalan változás FOURIER spektruma is. Információtartalma nincs a teljes spektrumnak. — Ezt a feltételt tehát az elektromágneses változások feldolgozásakor szűkíteni kell.

A feltételek nem teljesülése meghamisíthatja a vertikális rétegszelvényt, a $\sigma(h)-t$, ha a magnetotellurikus frekvenciaszondázási görbéből [$\varrho(\sqrt{T})$ görbe] azok figyelembevétele nélkül számítjuk ki, s így látszólagos anomáliák jelentkezhetnek.

A forrás szerepe a magnetotellurikus kutatásoknál

A *MT* kutatásban a forrástér kiterjedésének szerepével WAIT (1954) és PRICE (1962) foglalkozott elméleti vizsgálataiban. Anélkül, hogy a levezetéseket részletesen ismertetnénk összehasonlításul megadjuk végtelen és véges forrásméretek esetében az impedancia (Z) kifejezését rétegzett féltérre:

a) A forrás végtelen kiterjedésű (Elektromágneses síkhullámok esete):

$$Z_n = -\frac{i\omega}{k_1} \operatorname{cth}\left\{k_1 h_1 + \operatorname{arcth}\left[\sqrt{\frac{\varrho_2}{\varrho_1}} \operatorname{cth}\left(k_2 h_2 + \ldots + \operatorname{arcth}\left[\sqrt{\frac{\varrho_{n-1}}{\varrho_{n-2}}} \operatorname{cth} \cdot \right.\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.\left. \cdot \left(k_{n-1} h_{n-1} + \operatorname{arcth}\sqrt{\frac{\varrho_n}{\varrho_{n-1}}}\right)\right] \ldots\right)\right]\right\} \tag{22}$$

$$\text{ahol } k_1 = \sqrt{-\varepsilon_1 \omega^2 - \frac{4\pi i\omega}{\varrho_1}} \text{ az 1. réteg hullámszáma} \tag{23}$$

h_1 = az 1. réteg vastagsága,
ϱ_1 = az 1. réteg fajlagos ellenállása,
n = rétegszám.

E_x az elektromos tér x irányú, H_y a földmágneses tér y irányú komponense.

b) Véges kiterjedésű tereknél (SRIVASTAVA, 1965):

$$Z_n = \frac{i\omega}{\Theta_1} \operatorname{cth}\left\{\Theta_1 h_1 + \operatorname{arcth}\left[\frac{\Theta_1}{\Theta_2} \operatorname{cth}\left[\Theta_2 h_2 + \operatorname{arcth}\left(\frac{\Theta_2}{\Theta_3} \operatorname{cth}\left(\Theta_3 h_3 + \right.\right.\right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left.\left.\left. + \ldots + \operatorname{arcth}\frac{\Theta_{n-1}}{\Theta_n}\right)\right)\right]\right]\right\} \tag{24}$$

$$\Theta^2 = \nu^2 + 4\pi\, i\, \omega\sigma \tag{25}$$

A (24) kifejezésben a ν paraméter reciprok értéke az indukáló tér (forrástér) horizontális kiterjedésének mértéke. Egyszerű esetben pl.

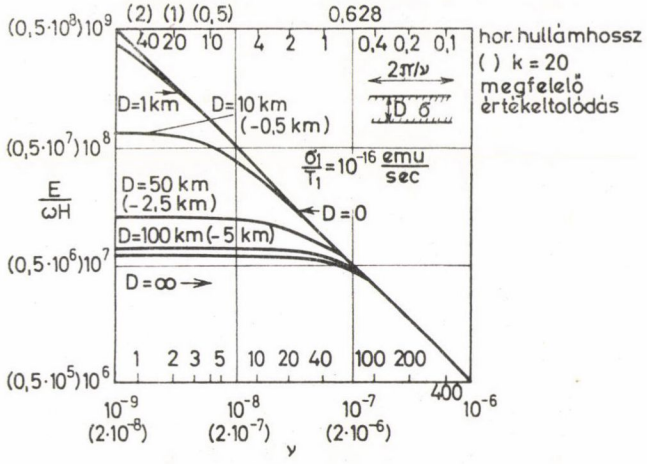
$$\Omega = Ae^{-\nu z} P(x, y, \nu) = Ae^{-\nu z} \cos \nu x \tag{26}$$

vezetőn kívüli mágneses skalárpotenciálban $\lambda = \frac{2\pi}{\nu}$ hullámhosszúságú térnek felel meg. A (21) képletnek megfelelő feltételeket kapjuk ha $\nu = 0$. Ez CAGNIARD esete. ν szélső értékeire PRICE $\nu_1 = 1{,}57 \cdot 10^{-9} cm^{-1}$ $\left(\lambda_1 = \frac{2\pi}{\nu_1}\right.$ a Föld kerülete) és $\nu_2 = 1{,}57 \cdot 10^{-7} cm^{-1}$ $\left(\lambda_2 = \frac{2\pi}{\nu_2}\right.$ az ionoszférás áramok magasságának négyszerese) értékeket adta meg.

Kétréteges modell esetében, amikor a felső réteg vastagsága D és fajlagos vezetőképessége σ_1, az alsónál pedig $\sigma_2 = 0$

$$\frac{\sigma_1}{T_1} = \frac{10^{-14}\,[\text{emu}]}{10^{-2}\,[\text{sec}]} = \frac{10^{-3}\,[\Omega^{-1}\,m^{-1}}{10^{2}\,[\text{sec}]} \tag{27}$$

feltétel mellett az $E_x/i\omega H_y$ komplex hányados PRICE számítása szerint a 12. ábrán látható módon változik D és ν függvényében. A komplex hányados



12. ábra. PRICE (1962) ábrája az impedancia, az altalaj felépítése és a tér dimenziója közötti összefüggésről

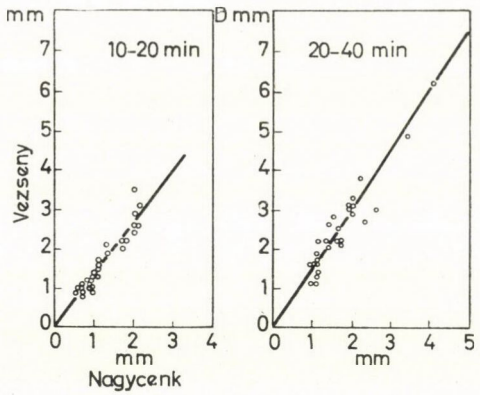
(impedancia) bizonyos értékeknél kisebb, mint a CAGNIARD-féle feltevés szerint ($\nu = 0$) lennie kellene. Ennek eredményeként természetesen a mélységlépték is eltolódik és D értékét túlbecsüljük, ha a CAGNIARD-féle elméleti görbékkel végezzük el a kiértékelést.

A zárójelben megadott értékek $k = \sqrt{\frac{\sigma_1 T_1}{\sigma_1 T_1}} = 20$-nak megfelelően tolódtak el. Ebben az esetben a felső réteget képviselő pl. medenceüledék ellenállása $\sigma_1 = 4 \cdot 10^{-12}[emu] = 2{,}5\Omega m$. Ez a Magyar Medence viszonyait jobban képviseli, mint PRICE eredeti σ_1 értéke. Amint az a 12. ábrán látható, a helyzet lényegesen kedvezőbb.

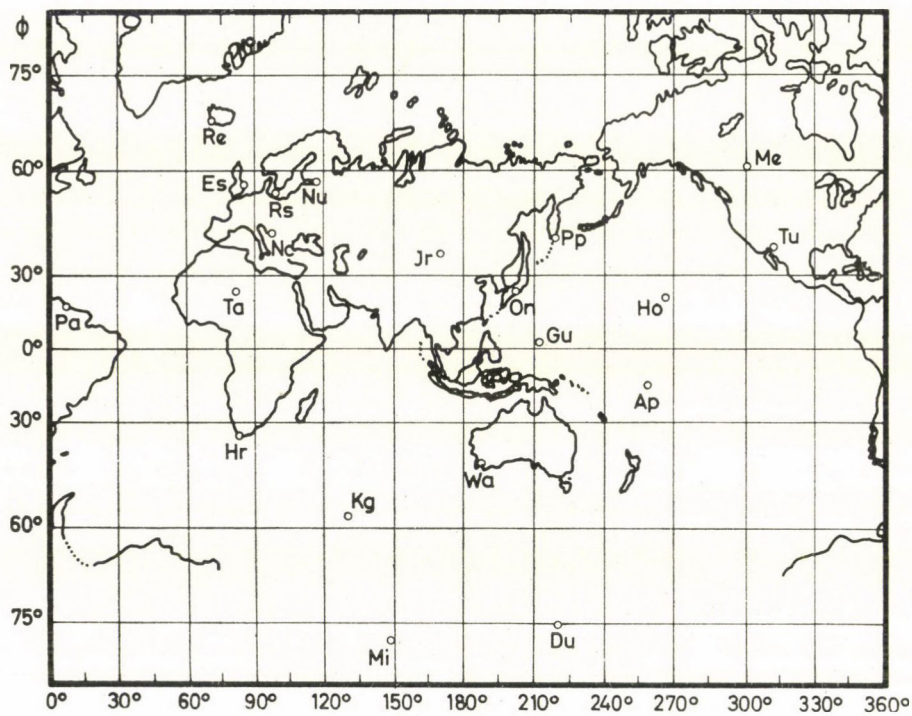
A földi elektromágneses terek méreteiről

Kérdés az, hogy az elektromágneses terekre vonatkozó mérési adatok mennyiben indokolják PRICE megfontolásainak szükségességét?

A Magyar Medencében a pulzációktól ($T = 0{,}2 - 600$ sec) a nyugodt napi potenciálváltozás periódusáig részletesen tanulmányoztuk az elektromágneses térvektorok horizontális változását. A vizsgálat eredményeként megállapítottuk, hogy az észlelt nem lineáris tértorzulásokat elsősorban a mérési pontok altalajának földtani felépítése okozza. A forrásterek méretei tehát jóval túlnyúlnak



13. ábra. „D" változások Vezsenyen és a Nagycenk melletti obszervatóriumban (ÁDÁM et al., 1968.)



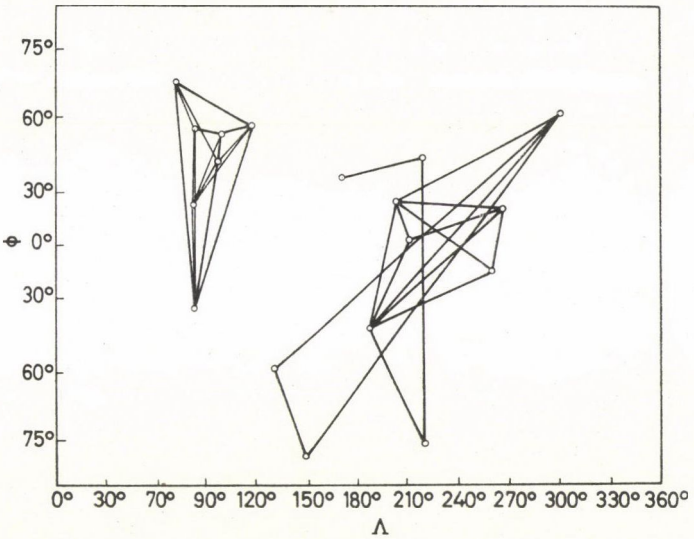
14. ábra. A pulzációs tér elemzésére felhasznált obszervatóriumok térképe (ÁDÁM et al., 1965)

Magyar Medencén. Ennek a felsőköpenykutatásban igen nagy jelentősége van, amint arra hivatkozni fogunk.

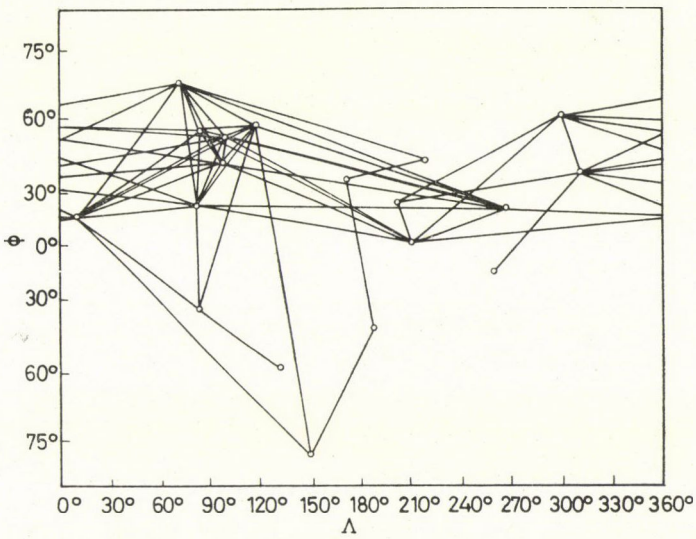
E vizsgálat egyik eredményeként bemutatjuk a földmágneses D komponensben Nagycenken és Vezsenyben (egymástól 270 km távolságban) észlelt $T = 10-20$ min, és $T = 20-40$ min periódusú változások amplitúdójának

összehasonlítását a 13. ábránkon. A lineáris kapcsolat az ábrából nyilvánvaló, tehát a változások forrása közös.

Foglalkoztunk a pulzációk térbeli hullámhosszának meghatározásával is, minthogy PRICE fenti becsléseitől eltekintve mérési adat a világirodalomban nem szerepel. Térelemzésünkben a Földre elosztott 19 obszervatórium (14. ábra)



15. ábra. pc típusú pulzációs tér esetén egymással 0,6-nál jobb korrelációban levő obszervatóriumok (ÁDÁM et al., 1965)

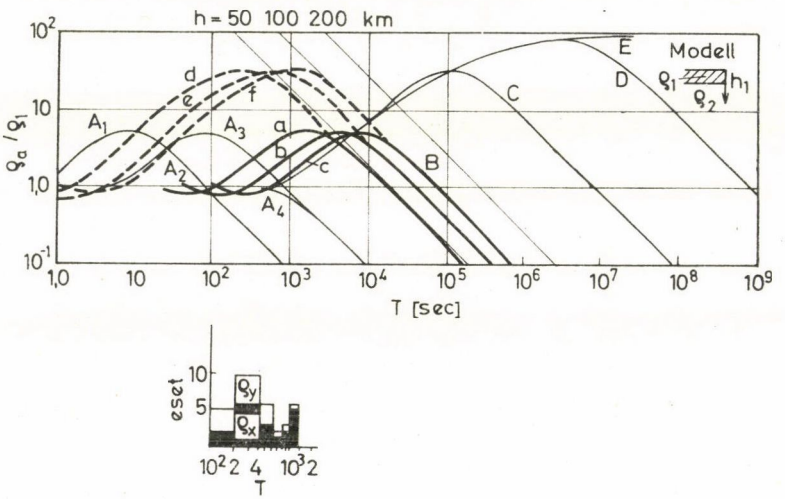


16. ábra. pt (pi 2) típusú pulzációs tér esetén egymással 0,6-nál jobb korrelációjú obszervatóriumok (ÁDÁM et al., 1965)

pulzációs regisztrátumait dolgoztuk fel. „Első közelítésben" azonos forrásból eredőnek tekintettük azokat a pulzációkat, amelyeknek amplitúdója az egyes állomásokon egyenlő ütemben változik. A világméretű eloszlási függvény meghatározására kiszámítottuk a korrelációs függvényeket. A 15. és 16. ábrán a 0,6-os korrelációnál jobb kapcsolatú obszervatóriumokat összekötöttük. A korrelációt két jellegzetes pulzáció-típusra a *pc*-re (folyamatos és szabályos nappali pulzációk) és *pi*2 (szabálytalan éjszakai pulzációk) adjuk meg. A források méreteiben lényeges különbség van a *pi*2 javára. PRICE elméletének tanulmányozása alapján ezeket a korrelációkat használtuk fel a térbeli hullámhossz közelítő számítására is. Így kapott ν értékek $4{,}7 \cdot 10^{-9}$—$9{,}4 \cdot 10^{-9} cm^{-1}$ között vannak.

A forrástér méreteinek szerepe a Magyar Medence felső köpenyében észlelt magnetotellurikus ellenállás anomália kialakulásában

Annak eldöntése végett, hogy a Magyar Medencében a magnetotellurikus szondázási görbén a felső köpeny mélységében jelentkező jólvezető réteg a forrástér elégtelen méreteiből származik-e, tehát csak látszólagos-e, vagy ténylegesen a felső köpeny anomáliája, ki kell számítanunk a (24) képlet segítségével $\nu < 10^{-7} cm^{-1}$ értékeire az átlagos magyar rétegmodell, illetve néhány változata *MTSz* görbéjét a jólvezető réteg nélkül. Ha ezek a forrástér méretei-



17. ábra. A látszólagos fajlagos ellenállás és az első réteg hányadosa $\left(\frac{\varrho_a}{\varrho_1}\right)$ a periódus (T) függvényében SRIVASTAVA (1965) elméleti görbéiből levezetve $\frac{\varrho_2}{\varrho_1} = 100$ esetében

	A1	A2	A3	A4
ν km^{-1}	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}	10^{-1}
h_1 km	1	10	1	10
ϱ_1 Ωm	10	10	1	1

	B a, b, c, d, e, f	C	D	E
ν km^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	0
h_1 km	10 10 10 1 1 1	10	10	10
ϱ_1 Ωm	5 2 1 5 2 1	1	1	1

ből adódóan mintegy 100 km mélységig, a jólvezető rétegnek a Magyar Medencében észlelt jellegzetes mélységéig nem jeleznek ellenállás-csökkenést, akkor az anomália a Magyar Medencében ténylegesen megvan.

A 17. ábrán mutatjuk be ezeket az elméleti görbéket. Az ábra alatt a rétegmodellek paraméterei is leolvashatók. Ez az ábra megmutatja, hogy milyen jelentősége van a magyarországi részletes térvizsgálatokból leszűrt következtetéseknek, amelyek szerint $\nu < 10^{-7} cm^{-1}$. Amennyiben ez a feltétel nem teljesül, éppen a $h = 50$ és 100 km közötti tartományban következik be a tér méreteinek elégtelenségéből származó látszólagos ellenállás-csökkenés a magyar földtani modellek esetében. A reálisnak tekinthető $C(\nu = 10^{-8} cm^{-1})$ és $D(\nu = 10^{-9} cm^{-1})$ görbék esetében a forrásból származó ellenállás-csökkenés a jólvezető rétegnek a Magyar Medencében észlelt mélységtartományán kívül esik. A h_1 vastagságváltozásából adódó eltolódás éppen a jólvezető réteg mélységét jelző h egyenesekkel párhuzamos egyenes mentén történik, tehát a modell ilyen megváltozása a C görbét nem közelíti a $h = 50-100$ km-es tartományhoz.

$\varrho_1 = 100\ \Omega m$ mellett a C görbe a $h = 100$ km-es egyenesre kerül. Ez a nagyellenállású kőzetkibúváson kapott eredmények óvatosabb értelmezésére figyelmeztet.

Csupán megjegyezzük, hogy a fenti megállapításunkat a fázistolások alapján számított görbék is alátámasztják.

A horizontális inhomogenitások (szerkezeti hatások), valamint a homogén és inhomogén anizotróp közegek hatása a frekvenciaszondázásokra

Mint azt az előzőekben leírtuk, a magnetotellurikus frekvenciaszondázás elméletét horizontálisan rétegzett, homogén közegre dolgozták ki. A természetben azonban igen gyakran találkozunk horizontálisan inhomogén és anizotróp képződményekkel, a gyakorlati földtani kutatás számára is különösen érdekes földtani szerkezetekkel, amelyeknél az impedancia (Z) x, y és z függvénye. Ennek megfelelően a módszer alapfeltevése: $\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} = 0$ nem teljesül. Így, ha ezzel a feltevéssel számított elméleti görbékkel értékeljük ki a horizontálisan inhomogén altalaj felett kapott *MTSz* görbéket, téves információkhoz jutunk.

A horizontális inhomogenitás és az anizotrópia megnyilvánulása az elektromágneses tér komponenseinek kapcsolatában

Ha a közeg horizontálisan nem homogén izotróp, az elektromos és mágneses tér-komponensek kapcsolatában:

$$|E| = Z|H| \tag{28}$$

szereplő impedancia tenzoriális mennyiség, tehát:

$$\mathfrak{E} = \{Z_{ij}\}\,\mathfrak{H} \tag{29}$$

$\{Z\}$ meghatározásával több tanulmányban behatóan foglalkoztunk (ÁDÁM, 1961, 1962/a, 1964/a). — A mérési irányok elforgatásával elérhető, hogy a matrix diagonálisa zérusra redukálódjék. Az impedancia főtengelyek irányában a fenti összefüggés két független egyenletre esik szét:

$$\begin{aligned} E_1 &= Z_1 H_2 \\ E_2 &= Z_2 H_1 \end{aligned} \tag{30}$$

Ha a mérési tengelyek α szöget zárnak be az impedancia főtengelyekkel, akkor

$$\begin{vmatrix} E_x \\ E_y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{Z_1 - Z_2}{2} \sin 2\alpha & Z_2 \sin^2 \alpha + Z_1 \cos^2 \alpha \\ -(Z_2 \cos^2 \alpha + Z_1 \sin^2 \alpha) & -\frac{Z_1 - Z_2}{2} \sin 2\alpha \end{vmatrix} \begin{vmatrix} H_x \\ H_y \end{vmatrix} \tag{31}$$

kifejezést kapjuk, amely írható még az

$$\begin{aligned} E_x &= Z_{11} H_x + Z_{12} H_y \\ E_y &= Z_{21} H_x + Z_{22} H_y \end{aligned} \tag{32}$$

egyszerűbb formában is. Ebből a két egyenletből következik az is, hogy E vektor csak akkor merőleges a H vektorra, ha a térvektorok az impedancia főtengelyek irányában fekszenek.

Ui.: $E_y = 0$ esetén

$$\frac{H_x}{H_y} = -\frac{Z_{22}}{Z_{21}} = 0$$

ha $Z_{22} = -\frac{Z_1 - Z_2}{2} \sin 2\alpha = 0$, tehát $\alpha = 0$ (illetve $Z_1 = Z_2$, de ekkor a közeg már homogén).

Az impedancia általános esetben (az S-intervallum kivételével) komplex és frekvenciafüggő. Ha az anizotrópia tengelyek iránya a mélységben nem állandó, az impedancia matrix diagonálisa különböző frekvenciákon más-más irányban egyenlő zérussal.

Ha az impedancia moduluszát különböző irányokban ábrázoljuk, megkapjuk az anizotrópiaellipszist, amelynek tengelyei megadják irányra és nagyságra az impedancia főtengelyeit (ÁDÁM, 1962).

Ennek megfelelően horizontálisan inhomogén és (homogén és inhomogén) anizotróp közegben a különböző mérési irányokban meghatározott magnetotellurikus fajlagos ellenállásértékek különbözőek, tehát a szokásos x és y irányú ϱ értékek:

$$\varrho_x = 0{,}2T \left(\frac{E_x}{H_y}\right)^2 \neq \varrho_y = 0{,}2T \left(\frac{E_y}{H_x}\right)^2 \tag{33}$$

A fentiekből következik az is, hogy $\varrho_x(|\overline{T})$ és $\varrho_y(|\overline{T})$ frekvenciaszondázási görbék is különbözhetnek egymástól. A két görbe, elsősorban az impedancia főtengelyek irányában meghatározott frekvenciaszondázási görbék különbözősége utal az altalaj horizontális inhomogenitására vagy anizotrópiájára, és egyszersmind szerkezeti indikációt is jelent. Ebben az esetben nem értékelhetünk ki, csak legfeljebb megfelelő fenntartásokkal, a horizontálisan homogén rétegzett viszonyokra számított elméleti modellekkel (görbékkel).

A magnetotellurikus irodalomban még ma is elég szórványos az inhomogén és anizotróp közegekre elvégzett magnetotellurikus térszámítás. Ezek is különböző teljességűek.

A Magyar Medence erősen inhomogén és anizotróp geoelektromos viszonyai mellett, különösen a nagymélységű magnetotellurikus frekvenciaszondázási görbék értelmezésében az elméleti modellszámítások eddigi eredményeit feltétlenül figyelembe kell vennünk. Az MTSz-görbéink értelmezéséhez választjuk ki és alkalmazzuk a megfelelő modelleket.

A magnetotellurikus kutatások eredményeiről

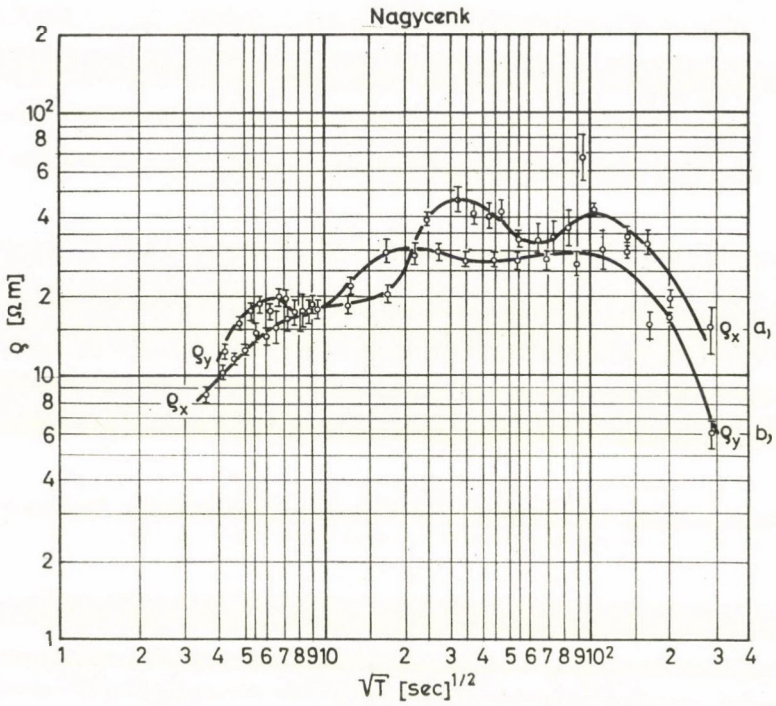
Többször utaltunk arra, hogy a magnetotellurikus mélyszondázás mind a felszínközeli gyakorlati nyersanyagkutatás, mind a nagymélységű kéreg- és felsőköpeny kutatás számára értékes földtani, geofizikai információkat ad.

Ennek szemléltetésére bemutatjuk a Nagycenk melletti obszervatórium magnetotellurikus szondázási görbéit (18. ábra). A ϱ_x és ϱ_y görbe különbözősége az altalaj magnetotellurikus anizotrópiájára utal. Az anizotrópia nem állandó, hanem, amint azt a különböző periódusokra meghatározott anizotrópia-ellipszisek is mutatják (19. ábra), a nagyobb periódusok felé a maximális ellenállás iránya K—Ny-ról É—D-re fordul át.

A ϱ_x-görbe elméleti görbével való megközelítése révén a következő rétegsort kapjuk:

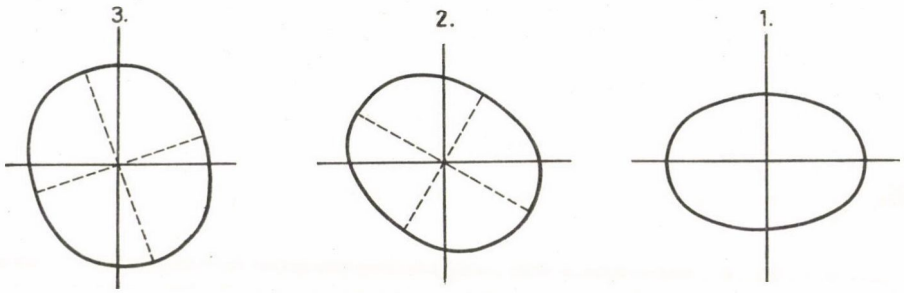
réteg	ϱ [Ωm]	Δh[km] (vastagság)
1	3,5	1,5
2	130	15
3	10	8
4	5000	75
5	10	60
6	1000	250
7	0,1	

Az elméleti görbe adatai jól egyeznek a felső köpenybeli jólvezető rétegekre grafikus úton meghatározott rétegmélységekkel (l. a 20. ábrán a mérési pontokat, az elméleti görbéket és a jólvezető rétegeket kijelölő h egyeneseket).

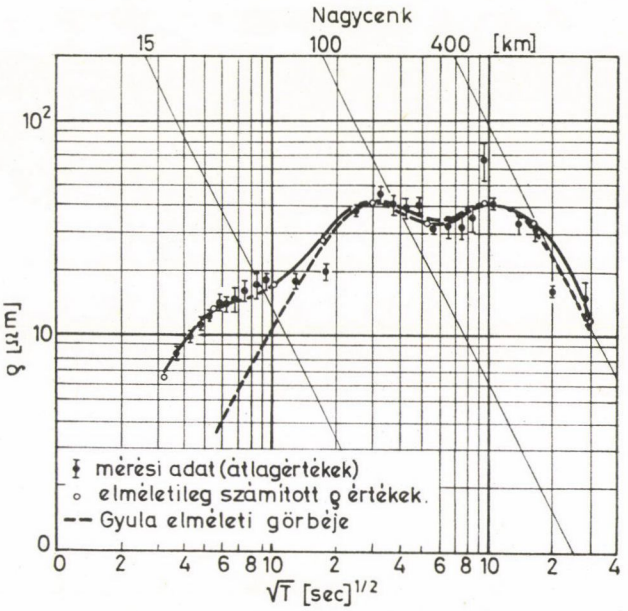


18. ábra. ϱ_x és ϱ_y MTSz görbe középhibákkal a Nagycenk melletti obszervatóriumban

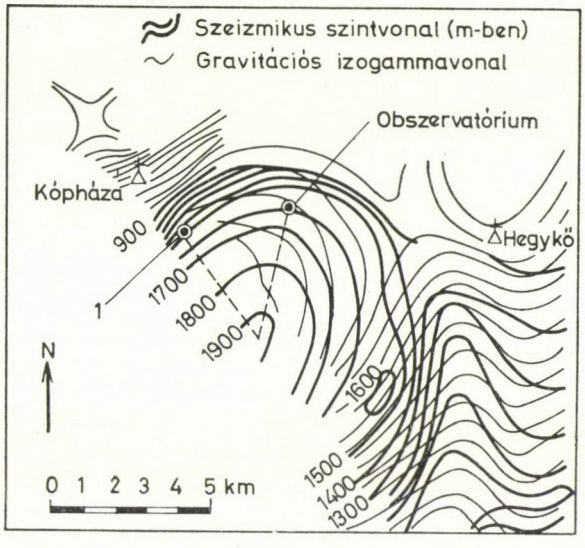
A $\varrho(\sqrt{T})$ görbék baloldali növekvő szakasza (*S*-intervallum) az üledékes összlet és a medencealjzat ellenállás-arányára utal. A medencealjzat Nagycenk mellett feltehetően ugyanaz a kristályos pala, amely a Soproni Hegységben a felszínre bújik ki. A ϱ_y görbénél a ϱ_2/ϱ_1 érték nagyobb, mint ϱ_x-nél, valamint $\varrho_y > \varrho_x$. Ennek az eltérésnek szerkezeti oka van. A 21. ábrán az obszervatórium környékén levő közel köralakú, 10—15 km átmérőjű medencerész szeizmikus szintvonalai és gravitációs izogammái láthatók. Ennek a medencének ~ É (ÉK)-i szárnyán helyezkedik el a Nagycenk melletti obszervatórium, ÉNy-i



19. ábra. Impedancia ellipszisek a Nagycenk melletti obszervatóriumban 1 — pulzációkra; 2 — öbölháborgásokra; 3 — Sq l. harmonikusára



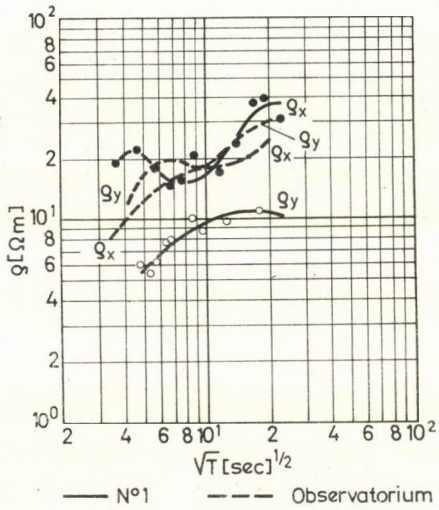
20. ábra. A Nagycenk melletti obszervatórium ϱ_x görbéjének elméleti közelítései



21. ábra. A kristályos medencealjzat gravitációs izogamma és szeizmikusan meghatározott szintvonalas térképe.

részére pedig egy kísérleti pontot telepítettünk ($N°1$). A két pontban a ϱ_x és ϱ_y görbék viselkedése éppen ellentétes (22. ábra).

A pontok relatív helyzete a szerkezeten megmagyarázza a ϱ_x és ϱ_y görbék jellegének megcserélődését a két pontban. A görbék eltolódása a ϱ és a $\sqrt{T}$ tengely irányában a mérési pontok alatti szerkezetrész egyéb paramétereitől (pl. az üledékösszlet átlagos fajlagos ellenállása, a medencealjzat mélysége és

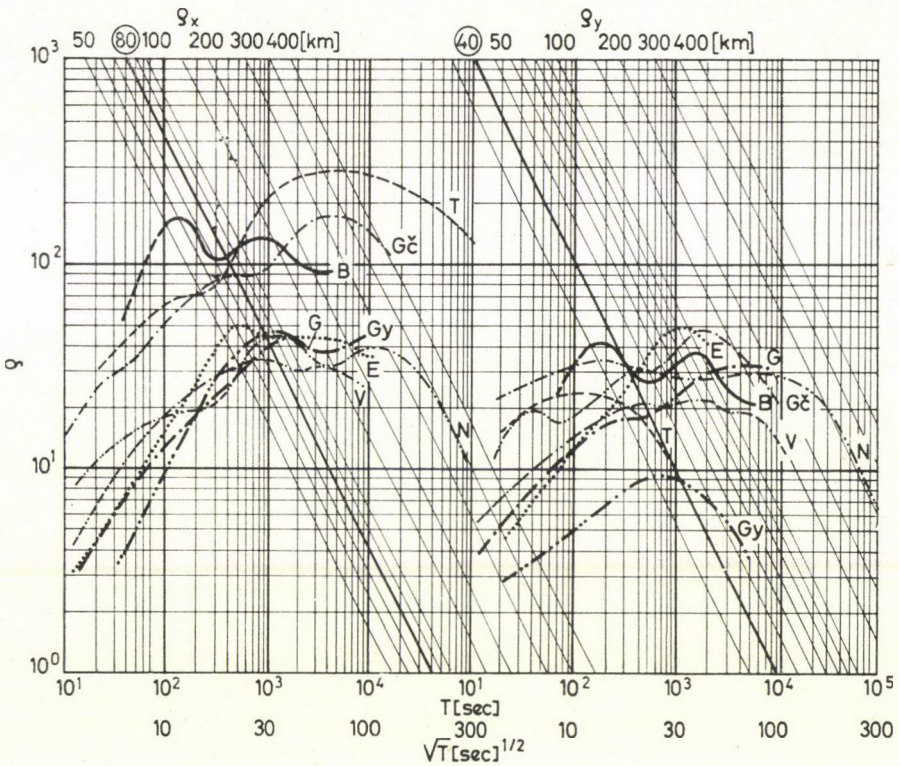


22. ábra. Az 1. számú kísérleti pont, valamint a Nagycenk melletti obszervatórium MTSz görbéinek pulzációs szakasza (ÁDÁM et al., 1968)

dőlésének mértéke stb.) függhet. A ϱ_{max} iránya mindkét pontban a szerkezet csapásának irányába mutat, összhangban a szigetelő aljzaton kiékelődő jólvezető rétegre számított elméleti modellekkel.

A Nagycenk melletti obszervatórium MTSz görbéinek következő jellegzetessége a kéregben jelentkező jólvezető réteg. Erre utalás van a fentiekben ismertetett 1-es jelű kísérleti pont MTSz görbéin is (Kópháza mellett). A ϱ_x görbe $\sim$ 16,5 km mélyen jelzi a réteget, a ϱ_y görbe valamivel kisebb mélységben. Ebből a mélységből a Magyar Medencében a többi méréspontunkon nem kaptunk indikációt. Így értelmezésénél óvatosnak kell lennünk. (Felmerülhet szerkezeti magyarázat is.) Az ország határain túl elsősorban Jakutiából ismerünk a CONRÁD-féle szeizmikus diszkontinuitás mélységében jólvezető réteget. (Rügen szigetén is nyoma van ennek. Legkisebb mélysége 11 km.) A Jakutiában észlelt réteget $\sim$ 15 és 30 km mélységben nagy területen sikerült kimutatni. Ezt BERDICSEVSZKIJ és munkatársai (1969) összefüggésbe hozták a gránit- és bazalt- réteg közötti aktív átmeneti zónával, az ún. mélységi hidroszférával, amely egyben szeizmikus hullámvezető is. Feltételezik, hogy ebben a mélységtartományban uralkodó 600—700 °C-on dehidrációs folyamat játszódik le, és a

gránit magas parciális gőznyomás mellett megolvad. Ez a vezetőképesség 2—3 nagyságrenddel való megnövekedését eredményezheti. R. D. HYNDMAN és D. W. HYNDMAN (1968) ezeknek az elektromos vezetőképesség anomáliáknak létrejöttét illetően hasonló következtetésekre jut. A vezetőképesség-anomália a geoszinklinális kéregfejlődés orogén állapotában, és jelenleg is számos fiatal lánchegység által képezett öbölben kialakulhat. Ezek a vezetőképesség-anomália a geoszinklinális kéregfejlődés orogén állapotában, és jelenleg is számos fiatal lánchegység által képezett öbölben kialakulhat. Ezek a vizsgálatok érdekes



23. ábra. A Magyar Medencében mért nagymélységű MTSz görbék

szempontokat adhatnak az Alpok közelében fekvő észlelőhelyek magnetotellurikus eredményeinek értelmezésében is.

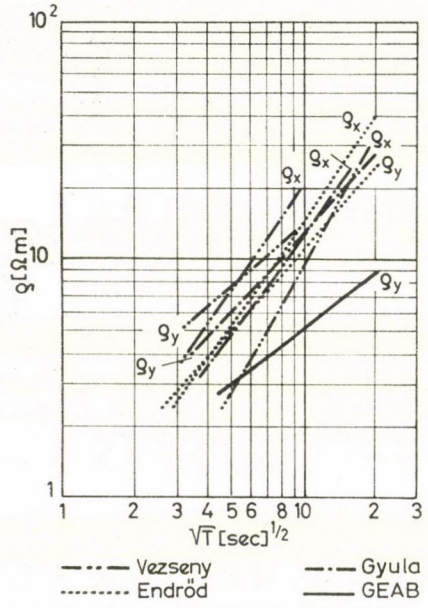
A Nagycenk melletti obszervatórium ϱ_x görbéje $\sim$ 100 km mélységben a felső köpenyben, még mindig jelentős anizotrópiával jelzi a következő jólvezető réteget. Az anizotrópia iránya uralkodóan É—D-i már ebben a periódustartományban. Ezen a ponton a vizsgálatainkat kiterjesztjük a Magyar Medencére, minthogy feltételezhetően már az egész nagyszerkezeti formára jellemző sajátossággal állunk szemben.

A 23. ábrán bemutatunk néhány nagymélységű magnetotellurikus szondázási görbét az ország területéről. Ezeknek a főbb általános jellegzetességei a következők:

a) A ϱ_x-görbék bal oldali emelkedő ágának iránytangense nagyobb, mint a ϱ_y-görbéké.

b) A kezdő pulzációs szakaszon (*pc* 3 és *pc* 4 periódustartományában) metszi át egymást a ϱ_y és ϱ_x görbe. A kisebb periódusoknál $\varrho_y > \varrho_x$.

Ezt jól mutatja még a legszélsőségesebb anizotróp pontok (Tihany és Baja) kihagyásával képezett átlaggörbe is (24. ábra). Különösen jól látható ez néhány alföldi ponton (25. ábra).



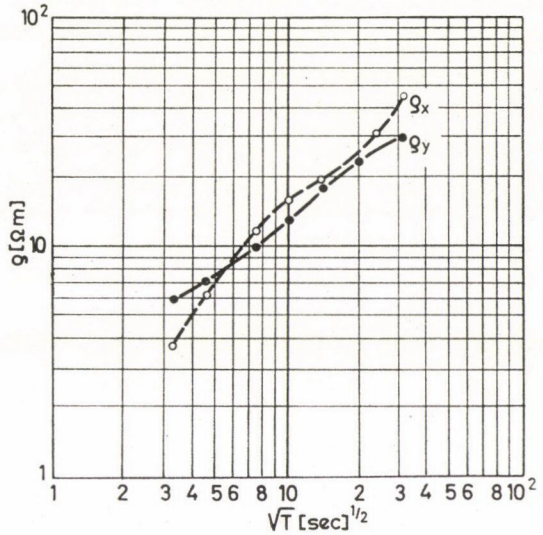
24. ábra. Átlagos ϱ_x és ϱ_y görbék pulzációs szakaszai (az erősen anizotróp görbék kihagyásával számítva)

c) A $(\varrho_x - \varrho_y)(T)$ függvény jellegét fejezik ki a különböző periódusokra megszerkesztett magnetotellurikus impedanciaellipszisek és az országos tellurikus átlagos abszolút ellipszisek is.

Az országos átlagos abszolút ellipszis 20 sec és 1 min között jelentékenyen megváltozik. A K-Ny-i irányban polarizált 20 sec-os változásokhoz viszonyítva 1 min-nál alig van irányítottság. Ez a periódus-intervallum megfelel a ϱ_x és ϱ_y frekvenciaszondázási görbe metszési periódusának.

d) A ϱ_y-görbék a felső köpenyben az első jólvezető réteget $\sim$ 40 km mélységben jelzik, míg a ϱ_x-görbék jóval mélyebben, mintegy 80 km mélységben.

Az egyes pontok adatait a jólvezető réteg mélységére vonatkozóan az alábbi táblázatban közöljük a szórás megítélése végett:



25. ábra. Néhány alföldi pont MTSz görbéjének kezdő pulzációs szakasza

Méréspont		A jólvezető réteg mélysége km	
név	jel	ϱ_x	ϱ_y
Nagycenk	N	100*	50
Tihany	T	55	37
Baja	B	65	40
Gabčikovo (ČSSR)	Gc	80	30
GEAB—II (Túrkeve)	G	100	30
Vezseny	V	80	40*
Endrőd	E	70*	100—125*
Gyula	Gy	100*	55*

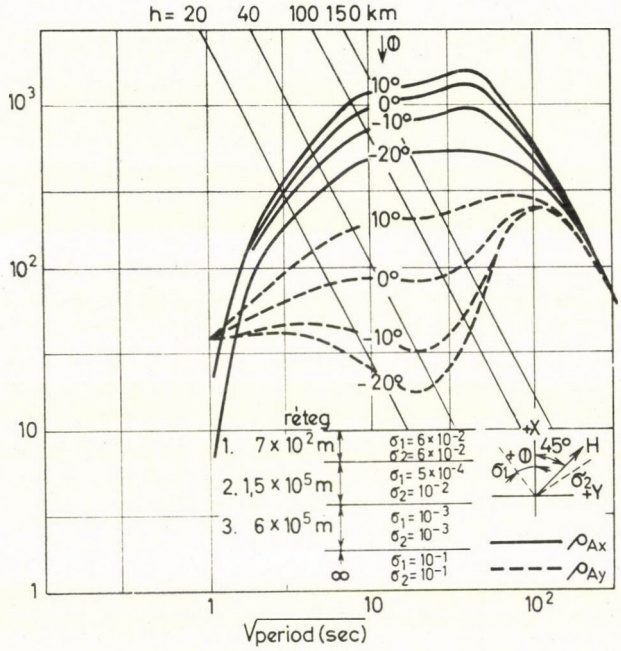
* jelölt pontok $\varrho(\sqrt{T})$ görbéinek kiértékelése elméleti görbével történt. Az 1—3 km-es üledékvastagságot a kerek értékeknél nem vettük figyelembe.

A nagymélységű szondázási görbék sajátosságát anizotróp medencealjzatra számított elméleti görbékkel (26. ábra) összehasonlítva a Magyar Medence felső köpenyére a következő lényeges megállapításokat tehetjük:

A Magyar Medence harmadidőszak előtti aljzatában az elektromos anizotrópia főtengelyeinek iránya É—D (ÉÉNy—DDK) és K—Ny (KÉK—NyDNy). Az ezt létrehozó szerkezet, pl. jólvezető kőzettel kitöltött hasadékrendszer (vető-rendszer) merőleges a maximális ellenállás irányára (ϱ_x), tehát K—Ny (KÉK—NyDNy)-i irányú. A szerkezet, illetve az ezt kifejező elektromos anizotrópia nagymélységű. Lenyúlhat a felső köpeny jólvezető rétegéig ($\sim$ 80 km). A Magyar Medencében 80 km átlagmélységben jólvezető réteg van. A ϱ_y

görbéken átlag 40 km mélységben jelentkező réteg feltehetően az anizotrópiából származó látszólagos indikáció.

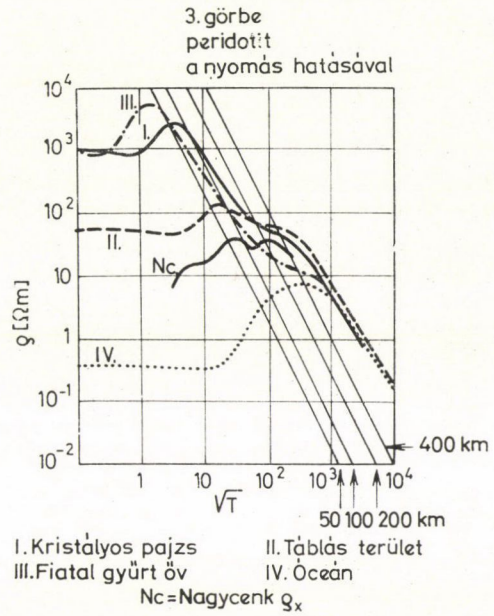
E felsőköpenybeli jólvezető réteg mélységtartománya a GUTENBERG-féle kis sebességű övével (kb. 80 km a Magyar Medencében) esik egybe. Az elektromos mérés révén tehát egy újabb paramétert kaptunk a GUTENBERG-féle kis sebességű csatorna mibenlétének megfejtéséhez.



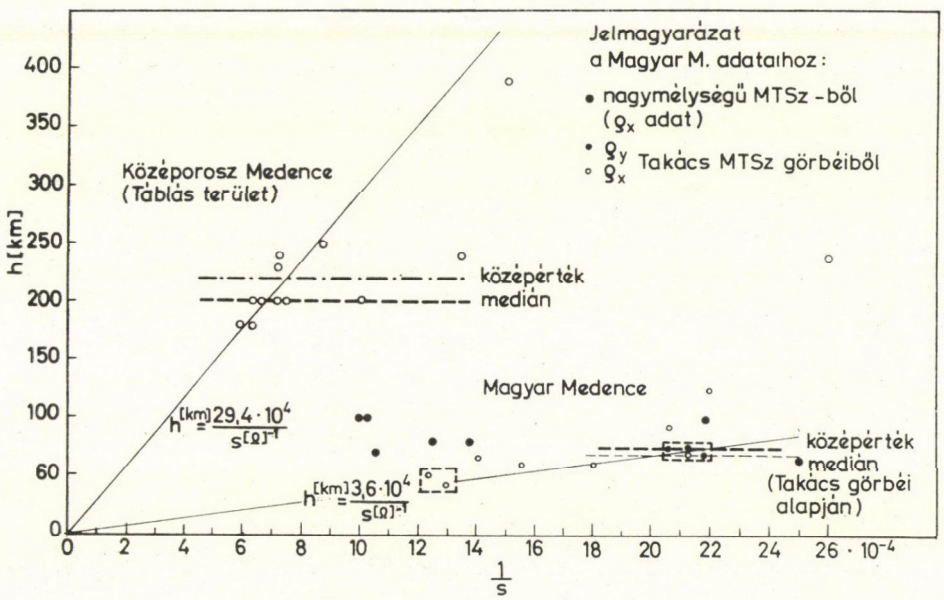
26. ábra. O'BRIEN és MORRISON (1967) anizotróp közegre számított elméleti MTSz görbéi

Ha elméleti magnetotellurikus szondázási görbéket számolunk különböző nagytektonikai formákra megadott hőmérséklet-mélység és kőzettani modellekkel, akkor pl. a 27. ábra alapján megálllapíthatjuk, hogy a felső köpeny első jólvezető rétegének mélységében a hőmérséklet vagy nagyobb, mint a fiatal gyűrt övekre LJUBIMOVA által megadott 1100 °C, vagy a peridotitos modell helyett más kőzettel kell a felső köpeny ezen mélységében számolni.

Ha a hőmérsékleti anomáliát elvetjük, a kőzettani vizsgálatok alapján feltételezhetjük azt, hogy a Magyar Medence felső köpenyében a bázikus és ultrabázikus kőzeteken kívül szerephez jutnak az alkáli kőzetek is. Ezt valószínüsíti RENNER JÁNOS és STEGENA LAJOS gravitációs és SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR szelektív migrációs vizsgálata is, továbbá a GUTENBERG-féle kis sebességű csatorna és a jólvezető réteg mélységének közelítő egyezése a Magyar Medencében VANEK adata szerint.



27. ábra. A 4 nagytektonikai elem esetén a nyomás szerepének figyelembevételével a peridotit ellenállásváltozására számított elméleti MTSz-görbék összehasonlítása a nagycenki ϱ_x görbével



28. ábra. h és $\frac{1}{S}$ kapcsolata magyar és szovjet adatok alapján

A 28. ábra a felsőköpenybeli jólvezető réteg mélységadatait mutatja a Magyar Medencére és a Középorosz Medencére. Ez utóbbi, mint ismeretes, idős táblás szerkezet. A mélységértékek különbsége feltűnő és megfelel a két terület jelentős hőfluxus-különbségének, és így feltehetően az azonos mélységben levő hőmérsékletkülönbségnek is. A Magyar Medencében a hőáram: $\sim 2{,}4 \mu cal/cm^2sec$ (BOLDIZSÁR, 1968). A Középorosz Medencében a hőáram: $1-1{,}4 \mu cal/cm^2sec$ (FIRSZOV, 1966). Ez az ábra egyszersmind rámutat arra, hogy nincs általános érvényű összefüggés a geoelektromos szelvény horizontális vezetőképessége (S) és a jólvezető réteg mélysége között, bár lokálisan az S érték megváltozása a $\varrho(\sqrt{T})$ görbék kisebb eltolódásait okozhatják.

A Nagycenk melletti obszervatórium ϱ_x görbéje $\sim$ 400 km mélységben jelzi azt az ellenálláscsökkenést is, amelyről a mágneses potenciálvizsgálatok alapján már volt tudomásunk. Ez megfelelhet az olivin-spinell fázis-átmenettel járó vezetőképesség növekedésnek, amit két japán kutató (AKIMOTO, FUJISAWA, 1965) nagynyomású és nagyhőmérsékletű vizsgálataiban is kimutatott. Annak oka, hogy ez a vezetőképességváltozás ilyen határozottan jelentkezik, feltehetően a felső jólvezető réteg után a nyomás hatására bekövetkező ellenállásnövekedés lehet.

*

A fentiekben — a teljességre törekvés igénye nélkül — foglaltuk össze a földi elektromágneses tér tanulmányozásán alapuló 3 kutató módszer főbb sajátságait és utaltunk a velük szerezhető földtani, geofizikai információkra.

IRODALOM

1. AKIMOTO S. J.—FUJISAWA: Demonstration of the electrical conductivity jump produced by the olivin-spinel transition. J. of Geophys. Res., **70,** 2, 443—449, 1965.
2. ÁDÁM A.: Über Erdstrommodellversuche. Freiberger Forschungshefte, C, **100,** 7—20, 1961.
3. ÁDÁM A.: Földiárammodell. Geofizikai Közlemények, **X,** 1—4, 13—26, 1962.
4. ÁDÁM A.: Magnetotellurikus anizotrópia. Magyar Geofizika, **III,** 1—2, 69—80, 1962.
5. ÁDÁM A.: A földkéreg és a felső köpeny elektromos ellenállásviszonyainak kutatása Magyarországon földi elektromágneses térrel. (Kandidátusi értekezés), 1963.
6. ÁDÁM A.: Über die Berechnung der magnetotellurischen (MT) Anisotropie. Freiberger Forschungshefte, C, **168,** 1—48, 1964.
7. ÁDÁM A.: A magnetotellurikus (MT) módszer PRICE-féle kritikájáról. (A pulzációs tér kiterjedésének meghatározása). Geofizikai Közlemények, **XVI,** 1—2, 3—16, 1967.
8. ÁDÁM A.: Appearance of the Electrical Inhomogeneity and Anisotropy in the Results of the Complex Electrical Exploration of the Carpathian Basin. Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. **4,** 1—2, 187—197, 1969.
9. ÁDÁM A.: A felső köpeny elektromos felépítése a Magyar Medencében. Meghatározásának kérdései és sajátossága. (Doktori értekezés), 1968.
10. ÁDÁM A.—HOLLÓ L.—TÁTRALLYAY M.: Szerkezeti hatások (horizontális inhomogenitások) szerepe a magnetotellurikus görbéken. Magyar Geofizika, **VIII,** 5—6 209—216, 1968.
11. ÁDÁM A.—MILETITS J.—VERŐ J.: Magnetotelluric deep-soundings in Hungary. Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung., **3,** 1—2, 129—147, 1968.
12. ÁDÁM A.—VERŐ J.: A földi áramok eloszlásának vizsgálata Magyarországon. Magyar Geofizika, **V,** 3, 23—31, 1964.

13. Berdicsevszkij M. N.—Boriszova B. P.—Bubnov B. P.—Vanjan L. L.—Feldman I. Sz.—Jakovlev I. A.: A földkéreg vezetőképességének anomáliája Jakutiaban. Megjelenőben az Acta Geod. Geophys. et Mont.-ban németül.
14. Boldizsár T.: A Magyar Medence geotermikus viszonyai. MTA X. Osztály Közleményei, **2,** 1—2, 119—137, 1968.
15. Cagniard L.: Basic Theory of the Magnetotelluric Method of Geophysical Prospecting. Geophysics, **XVIII,** 3, 605—635, 1953.
16. Chapman S.: The Solar and Lunar Diurnal Variations of the Earth's Magnetism. Phil. Trans. Roy. Soc. A, **218,** 1—118, 1919.
17. Chapman S.—Price A. T.: The Electric and Magnetic State of the Interior of the Earth. Phil. Trans. Roy. Soc. London, A. **229,** 427—460, 1930.
18. Firszov F. V.: A geotermikus kutatások néhány szovjetunióbeli eredménye. Magyar Geofizika, **VII,** 4, 186—189, 1966.
19. Hobót J.: Jelentés az alföldi geoelektromos mérések eredményeiről és komplex feldolgozásáról. M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet jelentése, 1966.
20. Hyndman R. D.—Hyndman D. W.: Water saturation and high electrical conductivity in the lower continental crust. Earth and Planetery Science Letters, **4,** 6, 427—433, 1968.
21. Keller G. V.—Anderson L. A.—Pritchard J. I.: Geological Survey Investigations of the Electrical Proporties of the Crust and Upper Mantle. Geophysics, **XXI,** 6, 1078—1087, 1966.
22. Krajew A. P.: Grundlagen der Geoelektrik. VEB Verlag Technik Berlin, 1957.
23. Lahiri B. N.—Price A. T.: Electromagnetic induction in nonuniform conducteurs, and the determination of the conductivity of the Earth from terrestrial magnetic variations. Phil. Trans. Roy. Soc., Ser. Á, **237,** 509—540, 1939.
24. McDonald K. L.: Penetration of the geomagnetic secular field trough a mantle with variable conductivity. Journal of Geophys. Res., **62,** 1, 117—141, 1957.
25. Noritomi K.: The Electrical Conductivity of Rock and the Determination of the Electrical Conductivity of the Earth's Interior. J. Min. Coll., Akta Univ. Ser. A., **1,** 1, 27—59, 1961.
26. O'Brien D. P.—Morrison H. F.: Electromagnetic fields in an N-layer anisotropic halfspace. Geophysics, **XXVII,** 4, 668—678, 1967.
27. Price A. T.: The theory of magnetotelluric method, when the source field is considered. Journal of Geophys. Res., **67,** 5, 1907—1918, 1962.
28. Renner J.—Stegena L.: Magyarország mélyszerkezetének gravitációs vizsgálata. Geofizikai Közlemények, **XIV,** 1—4, 1966.
29. Rikitake T.: Possibility of detecting the mantle low velocity layer by geomagnetic deep sounding. Bull. Earthq. Res. Inst., **40,** 495—509, 1962.
30. Srivastava S. P.: Method of interpretation of magnetotelluric data when source field is considered. Journal of Geophys. Res., **70,** 4, 945—954, 1965.
31. Szádeczky-Kardoss E.: Elgondolások a Kárpáti Medence-rendszer mélyszerkezeti és magmatektonikai vizsgálatához. MTA Föld- és Bányászati Tud. Oszt. Közleményei **1,** 1—2, 41—65, 1967.
32. Takács E.: Magnetotellurikus műszer- és módszerfejlesztési vizsgálatok és alkalmazásuk a geofizikai kutatásban. (Kandidátusi értekezés), 1964.
33. Vanek J.: Amplitudes curves of seismic body waves and the structure of the upper mantle in Europa. Tectonophysics, **5,** 3, 235—245, 1968.
34. Бондаренко, А. Т.: Электропроводность изверженных горных пород кольского полуострова при высоких температурах. Электрические и механические свойства горных пород при высоких давлениях. Издательство «Наука», 192—199, 1966.
35. Ваньян, Л. Л.—Заболотная, Н. А.: О типичных теоретических кривых глубинного электромагнитного зондирования. Физика Земли, 1, 63—70, 1968
36. Воларович, М. П.—Пархоменко, Э. И.—Бондаренко, А. Т.: Исследование электросопротивления основных, ультраосновных и щелочных горных пород и минералов при высоких давлениях и температурах. Электрические и механические свойства горных пород при высоких давлениях. Издательство «Наука», 168—179, 1966.
37. Любимова, Е. А.: Обзор состояния геотермических исследований по определению теплового потока. (Геотермические исследования и использование тепла земли). Издательство «Наука». Москва, 34—45, 1966.
38. Пархоменко, Э. И.: Электрические свойства горных пород. Издательство «Наука», Москва, 1965.

HELYZETKÉP A HAZAI RITKAELEM-KUTATÁS SZERVEZÉSÉRŐL ÉS A MUNKA ÁLLÁSÁRÓL

(BESZÁMOLÓ A MTA GEOKÉMIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG 1968. MÁRCIUS 18-i ÜLÉSÉN)

FÖLDVÁRINÉ, VOGL MÁRIA

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Ismeretes, hogy 1965-ben a Gazdasági Bizottság határozata elrendelte a rendszeres, szervezett, országos ritkaelem kutatási program megindítását. A munkát a következő bontásban szervezték meg:

1. Országos területi ritkaelem kutatás
2. A kitermelés alatt álló hazai (esetleg import) ásványi nyersanyagok ritkaelem vizsgálata.
3. Az ásványi nyersanyagok feldolgozása kapcsán (pl. metallurgiai műveleteknél) a gyártási melléktermékek ritkaelem vizsgálata.

E három féle kutatási program végrehajtása más-más kutatóhely-típusokra hárul.

1. *Az országos területi ritkafémkutatásban* a feladatok legnagyobb részét a Magyar Állami Földtani Intézet Geokémiai osztálya végzi. Ebben a munkában részt vesznek még: a Mecseki Ércbánya Vállalat, az Eötvös Loránd Tud. Egyetem Kőzettan-Geokémiai Tanszéke és a jelen beszámoló időpontját megelőző évtől kezdve a Bányászati Kutató Intézet Soproni Petrográfiai Intézete.

2. *A kitermelés alatt álló ásványi nyersanyagok* ritkafém vizsgálatában a Bányászati Kutató Intézet és a Fémipari Kutató Intézet már sok éve tevékenykedik és jóval az országos ritkafémkutatási program megindulása előtt már figyelemre méltó eredményeket értek el, főleg a kőszenek és a bauxitok hasznos nyomelemeinek vizsgálata terén.

Az Érc- és Ásványbányászati Vállalat laboratóriumainak feladata a termelés alatt álló ércbányák anyagának ritkafém-vizsgálata, a Kőolaj és Gázipari Tröszt laboratóriumai pedig a hazai kőolajféleségek ritkaelem vizsgálatát végzik.

3. *Az ásványi nyersanyagok feldolgozásánál* a gyártási melléktermékként dúsuló nyomelemek vizsgálata a feldolgozó üzem, illetve az általa megbízott kutatóhelyek feladata.

E három féle kutatás *jellegében* is és *alapszemléletében* is eltérő. Az előbbi felsorolás fordított sorrendjében tekintve a három féle kutatási típust, az eltérést a következőkben látjuk:

A technológiai melléktermékként dúsuló ritkaelemek vizsgálatánál lépnek fel elsősorban a gazdaságossági mutatók és természetesen nagyrészt háttérbe szorulnak a geokémiai, földtani szempontok. A gazdaságosság számításánál a kiindulási nyersanyag nyomelem tartalmán kívül a technológiai eljárás hazai lehetőségeit, a világpiaci áralakulást, az ország jelenlegi és távlati szükségleteit, az export és import viszonyokat is figyelembe kell venni. A technológiai melléktermékként dúsuló nyomelemekre nemcsak a hazai nyersanyagok feldolgozásánál, hanem import nyersanyagok esetén is figyelemmel kell lenni.

A kitermelés alatt álló nyersanyagaink ritkaelem vizsgálatánál szintén előtérbe kerülnek a gazdaságosság szempontjai, de figyelembe veendők a geokémiai, földtani tényezők is, mert a nyersanyag előfordulás mennyiségi becslése és az előfordulás kőzettani, ércföldtani, geokémiai jellemzése a ritkaelem kinyerés gazdaságossági szempontjait is erősen befolyásolja.

A területi ritkaelemkutatás szervezésekor a kutatás alapelvét a következőképpen fogalmaztuk meg: A kutatás első, tájékozódó jellegű fázisában az ország számbajöhető képződményeiről olyan áttekintést kell nyernünk, hogy ki tudjuk jelölni a részletesebb kutatásra érdemes képződményeket és körül tudjuk határolni az anomália-területeket.

A jelenlegi, tájékozódó kutatási fázis lezárásakor (1970 év végén) a Gazdasági Bizottság elé fogjuk terjeszteni a perspektívikusnak ítélt területekre, illetve képződményekre vonatkozó, indokolt továbbkutatási javaslatainkat.

A gazdaságosság szempontjait a területi kutatásnál annyiban kellett már a kezdeti fázisban is figyelembe venni, hogy a hasznosítható ritkaelemek szempontjából geokémiailag perspektívikusnak ígérkező képződményekre valamivel sűrűbb mintagyűjtést terveztünk, mint a geokémiailag meddőnek ígérkező területekre.

Az 1970. utáni felderítő kutatási fázisban a gazdaságossági szempontok az eddiginél fokozottabban fognak előtérbe lépni. Mérlegelnünk kell majd, hogy az adott területen kimutatott és a felderítő kutatás szintjéig megismert ritkaelem dúsulás hasznosítása megéri-e a kitermelés költségeit? Igényli-e a Népgazdaságunk a kérdéses ritkaelemet és milyenek a kinyerés gazdaságossági mutatói?

Összegezve tehát: a területi ritkafémkutatás első feladata az, hogy 1970 év végéig a ritkaelemek területi eloszlására általános tájékozottságot érjen el. Ennek a kezdeti munkafázisnak ezidőszerint már jóval tuljutottunk a félidején és az eddigi eredményeinkről a Földtani Intézet évi jelentéseiben évente összefoglalásokat adtunk, továbbá egyes részeredményekről a témában dolgozó munkatársaink szakelőadásokban beszámoltak.

Beszámolómban csak rövid összegezését adhatjuk eddigi eredményeinknek. A jelen időszakban elrendelt felderítő kutatási fázisban 1 : 50 000, de

legalább 1 : 100 000 méretaránynak megfelelő mintavételi sűrűséget alkalmazunk (néha még nagyobb részletességű mintázást végzünk). A szovjet norma — hozzávetőleges számításunk szerint — 1 : 200 000 méretarányú térképi ábrázolásnak megfelelő mintavételi előírás. Ezen kívül azért sem alkalmazhatjuk a szovjet mintavételi normákat, mert ezek fedett telepek talajgeokémiai felkutatására javasolt előírások, melyek a hazai ritkaelemkutatásra elvi okokból sem alkalmazhatók, mert ez utóbbinak más a módszere.

Mintavételi *irányelvként* a következőkben állapodtunk meg: A ritkaelemkutatást adott területen a döntő szerepet játszó földtani folyamat logikai sorrendjében kell megtervezni. Magmás területen a magmafolyamat minden fázisát, üledékes területen a különböző fácieseket, azon belül a különböző kifejlődési típusokat és kőzetfajtákat kell szelvényszerűen megvizsgálni.

Ahol a munkánk során ritkaelem anomáliát találunk, ott kénytelenek vagyunk még részletesebb mintázást végezni, mert ilyen esetben meg kell keresni az anomália okozóját és a dúsító tényezőt. A dúsulás tényezőinek felkutatását szolgálja a vizsgálataink kiterjesztése a kőzet monomineráls frakcióira. Ha tudjuk azt, hogy az anomális ritkaelem-tartalmú kőzet melyik ásványfrakciója hordozza az észlelt ritkaelemet, ez támpontot nyújt a dúsulás tényezőjének megítélésére. Színképanalitikai eljárásainkat a pillanatnyi szükségletnek megfelelően a következő változatokban alkalmazzuk:

a) *Tájékoztató színképelemzés.* Egy kőzetmintából, közepes gerjesztési paraméterek mellett 30—35 elemet keresünk. A megtalálható elemeket félmennyiségi meghatározással olyan pontosságig megadjuk, hogy egy nagyságrenden belül három értékhatár közé soroljuk.

b) *Speciális színképvizsgálatok.* Egyes elemcsoportokra (pl. ritka alkáliák, pegmatofil elemek, kalkofil elemek, ritka földfémek, fluor, stb.) a legalkalmasabb gerjesztési módot alkalmazva nagy érzékenységet érünk el. A vizsgálatok mennyiségi kiértékeléssel történnek.

c) *Előzetes dúsítás után alkalmazott színképelemzés.* A dúsítás vagy kémiai előművelettel történik, vagy az ásványkomponenseket különválasztjuk és a szétkülönített ásványfrakciók színképvizsgálatát végezzük el.

A kémiai, vagy ásványtani dúsítmányok vizsgálatával tudtuk kimutatni a platinát a mátrai ércdúsítmányokban, a ritkaföldfémeket a Velencei-hegységi gránitok ortitjában stb.

A színképanalitikai eljárásokon kívül egyes speciális esetekben a nyomelemek meghatározására más eljárásokat is igénybe veszünk. Ahol egy-egy ritkaelemre prognózist is készítünk, ott színképanalitikai adatok ellenőrzésére spektrálfotométeres módszereket is alkalmazunk. Olyan elemek vizsgálatánál, melyek színképgerjesztéssel csak nehezen, vagy egyáltalán nem gerjeszthetők, röntgen-fluoreszcenciás színképvizsgálatokat alkalmazunk.

A módszerfejlesztést a vizsgálati kapacitásunk folyamatos növelésére is ki kellett terjesztenünk, hogy kielégíthessük a ritkafémkutatás feszített munkaütemének igényeit.

Csak a tájékoztató színképvizsgálatoknál a jelenlegi kapacitásunk évi 6000 minta, ami 35 alkotót figyelembe véve évi 210.000 információs adatot jelent. A többi vizsgálati fajta ehhez még kb. további 100 000 információs adattal járul hozzá.

Módszereket kellett kidolgoznunk a nyert nyomelemadatok statisztikus értékelésére, ábrázolására és térképi ábrázolására. Az alkalmazandó ábrázolási módszernél az alapelvünk az, hogy törekszünk minél több részletet elárulo, szemléletes ábrázolásra. A ritkafém témában dolgozó munkatársaink részeredményeiknek összesítésénél már többféle ábrázolási módot javasoltak, ezeket megjelent publikációikban is részben már bemutatták (1, 6, 16, 18).

A munkában a témavezetőn kívül 4 geológus, 1 ásványtanos specialista, és a színképelemző csoportunk vesz részt. Gyakran igénybe vesszük még a vegyi laboratórium és a röntgen laboratórium munkáját.

A ritkafémkutatásban eddig elért eredményeinkről évente adunk összefoglaló szakmai jelentést (l. Földtani Intézet Évi jelentése 1966-ról, 1967-ről) Egyes részeredmények külön publikációkban is napvilágot láttak, illetve jelentések formájában adattárunkban megtalálhatók.

A megvizsgált területek közül ezidőszerint körülbelül 15 továbbkutatásra érdemes, perspektívikusnak ítélhető képződményt tudunk kiemelni és részletesebb megkutatásra javasolni. Ezek száma évente növekszik. Van olyan terület is, melynek részletesebb megkutatására már most tettünk javaslatot, mert népgazdasági érdeket láttunk abban, hogy a terület perspektíváit mielőbb tisztázzuk.

Eddigi eredményeink közül kiemelésre érdemesnek a következőket tartjuk:

1. A Velencei hegységi munkánk során BÖJTÖSNÉ megvizsgálta az Antónia-hegyi agyagpala területen végbement utómagmás folyamatokhoz kapcsolódó ritkafémdúsulás lehetőségeit. Ennek tisztázására a fenti területen mélyült 300 m-es fúrásunk magas ritkafémtartalmú hidrotermális ércesedést tárt fel a palaköpenyben és óntartalmú ércesedés nyomait a palaköpeny alatti gránitban. A Velence 3. sz-al jelölt fúrásunk 25 m mélységnél érte el a palaköpeny felszínét, majd 90 m-ig haladt az agyagpalában. Ezután váltakozva következett bontott gránit, majd ismét agyagpala. Körülbelül 105 m-től lefelé bontott és gyakran ércnyomokat tartalmazó gránit következett.

Az agyagpalában a fúrás több szakaszban harántolt ércesedést. Az ércesedés telér jellegű, a telérek anyaga kvarc, aprószemű érchintéssel. Az ércanyag főként szfalerit, galenit, fakóérc, kalkopirit, kevés molibdenit és arany. A telérek közötti szakaszokon az agyagpalát érczsinórok hálózzák be, ezekben az előbb említett ércásványokon kívül fluorit is előfordul.

Az agyagpala alatti gránitban is végig mutatkozik a hidrotermális ércesedés. Geokémiai érdekességű a gránitban egy teléranyagszerű szakasz viszonylag nagy óntartalommal.

Az ércanyag különválasztott szfaleritjében a következő nyomelemek fordultak elő: As (1000 g/t), Cd (1600 g/t), Ga (100 g/t), Ge (600 g/t), Sb (1000 g/t), Sn (10 g/t), Te (600 g/t), Mn (100 g/t), kimutatható még: Ag, Bi, Cr, Cu, In, W, Mo, Ba.

A különböző keletkezési hőmérsékletre jellemző nyomelemek együttes jelenléte valószínűsíti, hogy az ércanyagban két szfaleritgeneráció szerepel. Az Antónia-hegyi hidrotermális ércesedésnek a gránitintruzióval való kapcsolata, illetve a későbbi andezitvulkánossághoz kötött volta ezek szerint egyértelműen nem volt tisztázható.

A Meleghegyen és az Antónia hegyen, de a hegység más részén is megvizsgáltuk a pneumatolitosan elváltozott palaösszletek nyomelem tartalmát. Az Antónia hegyi pneumatolitos elváltozás, mely turmalinképződés mellett muszkovitosodással, kvarckiválással jár, a szokásos pneumatolitos nyomelemtársuláson kívül jelentős W-nyomokat is hozott létre kb. 250—400 g/t mennyiségben. Röntgen vizsgálatokkal wolframitot és scheelitet is sikerült kimutatni, ez utóbbi a pneumatolitosan keletkezett wolframit későbbi, hidrotermális átalakulására utal.

Mindezek az eredmények arra ösztönöznek, hogy a Velencei hegységi utómagmás folyamatoknak a palaköpenyben és a palaköpenynek a gránitintrúzióval való érintkezési zónájában részletesebben megvizsgáljuk. A Velencei hegységi részletesebb vizsgálatokra még egy eredményünk ad nyomatékot. A Velencei gránitok ritkaföldfém hordozó ásványa Nagy B. vizsgálatai alapján az ortit. A gránitmurvában az ép gránithoz viszonyítva az ortit némiképpen feldúsul kb. 0,1%-ig és a murvából fajsúly szerinti elválasztással tovább dúsítható. A ritkaföldfémek iránti fokozott érdeklődés miatt ezt a felismerésünket figyelemre méltónak ítélték és megindultak a technológiai vizsgálatok az ortitkinyerés gazdaságosságának vizsgálatára. Pozitív eredmény esetén az ortit tartalmú gránitmurva átlagos ortit tartalmára, elterjedésére és készletére felmérést kell készítenünk.

2. A kőszénhamu ritkaelem vizsgálatairól hosszú évek óta a Bányászati Kutató Intézet adott időszaki jelentéseket. Az utóbbi években több kőszénterületen mi is végeztünk ritkafém vizsgálatokat. Ritkaelem koncentrációival a mecseki alsó liász kőszénösszlet egyes területei tűntek ki, ezek eredményeiről Csalagovits Imre munkája nyomán számolunk be:

A mecseki kőszén Be, Ge, Zr tartalma anomálisan magas, ezért a részletes továbbkutatás véleményünk szerint indokolt. Az anomális területeket lehatároltuk. Mindhárom elem DNy-ról (Pécsbányatelep) ÉK-felé (Szászvár—Nagymányok) növekvő átlagértékeket mutat, vagyis az É-i medencerészben dúsul. Ez arra is utal, hogy a lepusztulási területet valószínűleg É—ÉK felé

kell keresnünk. Az északi medencében az említett három elem átlagkoncentrációja a kőszénhamuban: Be = 430 g/t, Ge = 82 g/t és Zr = 3920 g/t. E három jelentős nyomelem a kőszénkomponensek között úgy oszlik meg, hogy a Ge és a Be főként a vitritben dúsul, a Zr pedig a duritban, nyilván annak nagyobb hamutartalma miatt. Megfigyelhető még, hogy általában a Ge a telep alsó szintjében, a meddő határán mutat erőteljes maximumot, a Be maximuma a telep középső részére esik. A Zr tartalom változására az adódott, hogy a legmagasabb Zr értékek a telepen belül a közepes minőségű kőszenekben mutatkoznak.

3. A Zempléni hegységi áttekintő geokémiai vizsgálataink során jelentős ritkafém indikációkat mutattunk ki (VETŐ ISTVÁN), ezek közül megemlítjük azt, hogy a hegység D-i részén, de a Keleti-, sőt Északkeleti részén is As, Sb és Hg anomáliákat találtunk a felső szarmata limnikus képződményekben. Az As és Sb koncentrációk jelentősek, a Hg mennyisége kicsi, mégis ez is a KLARK értéknek mintegy 10—20-szorosa. Ezek az anomáliák nyilván a mélyebben fekvő hidrotermális kalkofilelem koncentrálódások elsődleges szóródási udvarai. A Hg indikációkra a K-Szlovákiai és Kárpát-Ukrajnai (Beregszászi) cinnabaritos és polimetallikus ércesedés viszonylagos közelsége, továbbá az időközben hazánkban is felismert Hg-os ércesedés (KULCSÁR LÁSZLÓ, MÁTYÁS ERNŐ) miatt sem hagyhatók figyelmen kívül.

4. A hazai mezozóos képződményeinkre vonatkozó geokémiai adatainkat jelenleg CSALAGOVITS IMRE összesíti. A legfontosabb sztratigráfiai szintekre külön-külön összesítés készül. Már az eddigiekből is megállapítható, hogy a legreményteljesebb összlet a ritkaelemek és általában ércesedés szempontjából a szeizi emelet partmenti kifejlődése, ahol kalkofil elem- és kalkofil ritkaelem dúsulásokat állapítottunk meg. Néhány előzetes vizsgálat arra utal, hogy Északmagyarországon is ugyanez az összlet jelentős anomáliákat mutat.

A Dunántúl szeizi összletei 150—300 m vastag rétegsorok. A kőzettípusonkénti vizsgálat szerint legproduktívabbak a homokkövek. A Dunántúli szeizi homokkövekben öt teljes szeizi szelvény feldolgozása alapján a következő *átlagos* ritkaelem koncentrációk adódtak: Ag = 6 g/t, Cu = 140 g/t, B = 120 g/t ,V = 90 g/t, Li = 60 g/t. Az ólom és a cink előfordulása általánosan elterjedt.

Geokémiailag és a ritkaelem-kutatás szempontjából is érdekes eredményeket hoztak a monominerális frakció-vizsgálatok. E munkák keretében pl. NAGY BÉLA áttekintést készített a hazai ércásványok nyomelemtartalmáról. Megállapította, hogy a különböző lelőhelyű szfaleritjeink változó In tartalmúak. Jelentősebb In tartalmúak a Kelet-Mátrai ércesedés szfaleritjei, ezeknek In tartalma meghaladja az eddig In-ban leggazdagabbnak ismert telkibányai szfaleritekét. A telkibányai szfalerit In tartalma átlagértékben 10 g/t-nak adódott, ennél valamivel több a parádfürdői, a recski tömzsös és mélyszinti ércesedés szfaleritének In tartalma. A nagybörzsönyi szfaleritben az In

átlagkoncentrációja 60 g/t. A Ny-mátrai (Gyöngyösoroszi) ércesedési területen a szfalerit In tartalma 60 g/t alatt marad, de a fúrások anyagából láthatóan az érték a mélység felé nő. A mátrai szfaleritek közül In-ben a legszegényebb a közép-mátrai terület, ahol az In koncentráció kisebb, mint 25 g/t. A pátkai és a rudabányai szfaleritekben az In tartalom a kimutathatóság alatt maradt. Megjegyzendő, hogy a pátkai szfalerit In tartalma az egész Velencei hegységre nem általánosítható, mert például az Antónia hegyi fúrásunkból előkerült ércanyag szfaleritjében az In kimutatható volt.

A recski ércásványok platinafém tartalmát is megvizsgáltuk (NAGY B. és ZENTAI PÉTER). Az enargitot és luzonitot tartalmazó ásványfrakcióban 0,8 g/t Pd-t és 0,3 g/t Pt-t sikerült kimutatniuk. A börzsönyi ércásványokban magas nemesfém tartalmuk ellenére a platina fémek koncentrációja az előbbi értéknél kisebb. Korrelációt az As tartalom és a platinafém tartalom között találtak. A nemesfém tartalom más ásványokhoz kötött.

A ritkafémkutatás megindulása óta ebben a témában elkészült munkáink jegyzékét az alábbiakban foglaljuk össze.

IRODALOM

1. BÖJTÖSNÉ, VARRÓK K.: A Felsőcsatári talk- és szerpentinelőfordulás földtani ismertetése és Cr—Ni—Co tartalmának vizsgálata. A Földtani Intézet alkalmi kiadványa, 1965.
2. BÖJTÖSNÉ, VARRÓK K.: A palaköpeny hidrotermális ércesedése a Velencei hg. K-i részén. MÁFI Évi Jelentés 1965. évről.
3. BUBITS I.: A balatonfelvidéki metamorf kőzetek színképanalitikai vizsgálata. Kézirat. MÁFI adattár, 1967.
4. CSALAGOVITS IMRE: A mecseki triász ritkafémvizsgálata. (A szerkesztés alatt álló mecseki triász monográfia egy fejezete.) Kézirat, 1967.
5. CSALAGOVITS IMRE: Be, Ge, Zr eloszlása a mecseki liász kőszenekben. Előadás 1967. áprilisában a Földtani Társulat Ásványtan-Geokémiai szakcsoportjában.
6. CSALAGOVITS IMRE: A villányi hegység mezozoikumának ritkafémvizsgálata. Kézirat, 1968. MÁFI Adattár.
7. FÖLDVÁRINÉ, VOGL M.: Az országos területi ritkafémkutatás 1966. évi eredményei. MÁFI Évi Jelentése 1966. évről.
8. FÖLDVÁRINÉ, VOGL M.: Az országos területi ritkafémkutatás 1967. évi eredményei. MÁFI Évi Jelentése 1967. évről.
9. FÖLDVÁRINÉ, VOGL M.: A ritkaelem dúsulások felismerésének alapelvei. A Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa, 1967.
10. FÖLDVÁRINÉ, VOGL M.—ZENTAI P.: Grundprinzipien und Probleme der Anwendung von Spektralanalyse in der geochemischen Forschung. Proc. XIV. Colloquium Spectr. Internationale, Debrecen, 1967.
11. GEDEON A.: A Kőszegi hegység prognosztikus hidrogeokémiai térképe. MÁFI Évi Jelentése 1965-ről.
12. JÁMBOR Á.: A Zsámbék környéki miocén rétegek nyomelem vizsgálatának eredményei. Kézirat, 1966. MÁFI Adattár.
13. NAGY B.: A sukorói turmalinos pegmatit előfordulás ásványkőzettani, geokémiai vizsgálata. MÁFI Évi Jelentése 1965. évről.
14. NAGY B.: A Velencei hegységi gránitos kőzetek ásvány-kőzettani, geokémiai vizsgálata. Földtani Közlöny, XCVII 4, 423—436, 1967.
15. NAGY B.—ZENTAI P.: A recski ércminták platinatartalmának vizsgálata. Kézirat. MÁFI Adattár, 1968.
16. NAGY B.: Az ólom, cink, molibdén, bárium és fluor területi elterjedésének vizsgálata a Velencei-hegységi gránit ásványaiban. Előadás a Földtani Társulat Ásványtan-Geokémiai szakcsoportjában 1968. nov.

17. Ódor L.: Jelentés a Mányi kutatási terület eocén, oligocén és miocén képződményeinek nyomelemzési vizsgálatairól. Kézirat, 1966. MÁFI adattár.
18. Ódor L.: Jelentés a Balinka II. terület eocén barnakőszén összletén végzett geokémiai vizsgálatokról. MÁFI Évi Jelentés 1967-ről.
19. Ódor L.: Geokémiai vizsgálatok a Dorogi-medence alsóeocén kőszénösszletében. Előadás a Földtani Társulat Ásványtan-Geokémiai szakcsoportjában, 1967. febr.
20. Vető I.: Jelentés a Dunántúli-Középhegység középső-krétakorú képződményein végzett ritkafém kutatásról. Kézirat, 1965. MÁFI Adattár.
21. Vető I.: A felsőapti münieriás agyagösszlet geokémiai vizsgálata. Előadás a Földtani Társulat Ásványtan-Geokémia szakcsoportjában 1967. márciusában.
22. Vető I.: Ritkafémprognózis a Tokaji-hg. harmadidőszaki képződményeire. Kézirat, 1967. MÁFI Adattár.
23. Zentai P.: Hazai nyersanyagok réniumtartalmának vizsgálata. MÁFI Évi Jelentés az 1965. évről.
24. Zentai P.: Spectochemical Methods for Geochemical Purposes. Acta Chim. Acad. Sci. Hung. *53*, 323—333, 1967.

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓ

JELENTÉS AZ INQUA 1969. AUG. 30.—SZEPT. 5. KÖZÖTT TARTOTT PÁRIZSI KONGRESSZUSÁRÓL

RÓNAI ANDRÁS

A kongresszust a francia rendezőbizottság készítette elő. A francia quarter-kutatók között (éppúgy, mint Németországban) döntő súlyt a geografusok képeznek. Viszont az amerikai és angol negyedkor-kutatók döntően geológusok.

750 külföldi vett részt 54 országból. A kirándulások száma nagy volt (10 kongresszus előtti és 7 kongresszus utáni).

Magyarországot négyen képviseltük. Magam az A/10 kiránduláson vettem részt az Atlanti-óceán partjai mentén. A központi téma a tengerszint mozgások tanulmányozása volt.

Az előadásokat szakosztályonként 3 nagy csoportba foglalták:

I. *A negyedkor természetes környezete, paleoökologia.* Ebbe tartozott:

1. Geomorfológia és paleohidrológia
2. A tenger geológiája és morfológiája
3. Növényi paleontológia és paleopedológia
4. Állattani paleontológia
5. Paleoklimatológia

II. *Negyedkori kronológia és korrelációk*

6. Sztratigrafia
7. Szedimentológia
8. Neotektonika
9. Kartografia
10. Abszolút kormeghatározás és paleomagnetizmus

III. *A negyedkor embere*

11. Emberi paleontológia
12. Régészet

A kongresszus alatt 6 szimpoziumot tartottak:

1. A tengerszintmozgások 11 ezer év óta
2. A nagy tengermedencék sztratigrafiája

3. Neotektonika
4. A kontinentális negyedkori képződmények litológiájának tanulmányozási módszerei
5. A negyedkori képződmények abszolút kora
6. A lösz

A kirándulások során további 14 szimpoziumot tartottak:

1. Másodlagos kémiai képződmények
2. Geomorfológiai térképezés
3. A pliocén-pleisztocén határ
4. Az aurignaco-perigordiai és szomszédos kultúrák Európában
5. A pireneusi folyóteraszok
6. Negyedkori eljegesedés az Alpesekben
7. A jég „kiskora" (jelenkori gleccserek)
8. Az alsópleisztocén időhatára. Abszolút kormeghatározás, paleomágneses fordulatok a pliocénben és a villafrankai alemeletben
9. A magas tengerparti szinlők és az elsüllyedt partok
10. A kőzetek átalakulási folyamata. Laboratóriumi kísérletek
11. Jeges fázisok a Pireneusokban
12. Würm előtti periglaciális jelenségek. A lávák paleomágnesessége
13. Az idős negyedkori mediterrán és kontinentális faunák és sztratigráfiák korrelációja
14. Glacisok negyedkori puha kőzetekben

A kongresszus alatt 10 bizottság és 12 albizottság ülésezett. A bizottságok:

1. Negyedkori partvonalak bizottsága 6 albizottsággal tájak szerint
2. Sztratigrafiai bizottság 4 albizottsággal
   a) A pleisztocén alsó határa
   b) A holocén
   c) Az európai negyedkori sztratigráfia
   d) Az európai lösz-sztratigráfia
3. Neotektonikai bizottság
4. Negyedkori képződmények eredete és litológiája
5. Negyedkori képződmények abszolút kora
6. Európa negyedkori térképe
7. Negyedkori regionális térképek
   a) Afrika északnyugati részének negyedkori térképe
   b) Negyedkori paleogeografiai atlasz
8. Tephrochronológiai bizottság
9. Paleopedológiai bizottság
10. Ökológiai és palinológiai bizottság

Mindezen kívül az UNESCO keretében két kolloquiumot rendeztek:

1. A modern ember eredete
2. Kontinentális partok és platformok

Az első együttes ülésen három előadás hangzott el:

R. F. FLINT: A tenger szintjének magassága egy jégkorszak alatt.
I. P. GERASZIMOV: A lösz, a periglacialitás és a paleolithikum.
J. PIVETEAU: Az ember paleontológiája Franciaországban.

Az előadások legtöbbje a sztratigráfia témaköréből adódott. Megfigyelhető volt a palinológiának gyorsan növekvő szerepe a paleoklimatológiai vizsgálatokban, itt azonban nem a nagy számban talált pollenek ökológiai szempontból való osztályozásából vonnak le következtetéseket, hanem egyes fák, vagy növények szórványos megjelenéséhez fűznek túlzott — és néha nem indokolt — következtetéseket.

Feltűnő még az alpesi (PENCK-féle) negyedkorbeosztásnak a francia és angol irodalomba való benyomulása.

Sok előadás foglalkozott a tengerpartmozgások időbeli meghatározásával. Az abszolút időmeghatározások száma növekedik, de jelentőségük és biztonságuk ezzel nem nő arányosan.

A geomorfológia és paleo-hidrológia témakörében a hegylábi glacisokról POSEA G. román geológus értekezett. A Fekete-tenger teraszairól (1 holocén és 6 pleisztocén terasz) N. S. BLAGOVOLIN—D. A. LILIENBERG—W. M. MURATOV szovjet szerzők. A teraszokat a Fekete-tenger szintjének ingadozásával magyarázzák. A szedimentológia terén a lösz változatlanul népszerű problémája a földtani és földrajzi tanulmányoknak. Külön sztratigrafiai bizottság foglalkozik ezzel.

A neotektonikai tanulmányokból: I. L. SOKOLOVSKY és N. G. VOLKOV (SSSR) az orosz tábla DNy-i részének kéregmozgásai és üledékképződéséről, N. P. KOSTENKO (SSSR)tanulmánya a belső szigethegységek mozgásairól szólt.

Magyar előadások: MAROSI S.: A periglaciális jelenségek és a talajképződés Magyarországon. RÓNAI A.: Negyedkori sztratigráfia a Kárpát-medencében. RÓNAI A.: Ciklikus negyedkori süllyedések a Magyar Medencében. SZILÁRD J.: A Balaton kialakulása.

A negyedkori jelentőségű földtani térképezési munkálatokat jól illusztrálta a térképkiállítás.

A régészet is jelentős helyet foglalt el a negyedkor tanulmányai között.

Tanulságok:

1. A holocén időszak Ny-európai feltártsága elkerülhetetlenné teszi a magyarországi holocén-képződmények újbóli és részletes vizsgálatát és negyedkor-térképezésünkben a holocén képződmények helyes elválasztását.

2. A palinológiai kutatásokat ki kell szélesíteni és meg kell gyorsítani alföldi fúrásfeldolgozásaink közreadását.

3. Helyes volna régészeti térképeink alapján néhány szintetikus áttekintő térképet szerkeszteni nemzetközi használatra és összehasonlításra.

4. Az abszolút kormeghatározásokra vagy magyarországi laboratóriumokat kell ráállítani, vagy megoldani a nagyobb szériában történő külföldi anyagvizsgálati megrendeléseket.

5. A laza üledékek szedimentológiai vizsgálatára néhány fiatal szakembert kell kiképezni.

A bizottságok újraválasztása során a sztratigrafiai bizottságba, a negyedkori térképszerkesztő és a neotektonikai bizottságba választottak meg.

Új végrehajtó bizottsági tagok:

Elnök: Prof. George Mitchel (Írország, Dublin)

Alelnök: Prof. Jean Dresch (Franciaország, Paris)
Ulf Hafsten (Norvégia, Trondheim)
Jane Margaret Soons (Új-Zealand, Christchurch)
Vladimir Sibrava (Csehszlovákia, Prága)

Főtitkár: Edward Francis (Nagybritannia, Newcastle)

A következő kongresszus helye New-Zealand lesz, 1974-ben.

KÖNYVSZEMLE

KOCH S.–SZTRÓKAY K.

Ásványtan

2. átdolgozott kiadás, két kötet, az I. kötetben GRASSELLY GY. közreműködésével. Tankönyvkiadó, 1967.

A földtudományoknak legegyértelműbben meghatározható és legállandóbb alapismereteit az ásványtan nyújtja. Nem kizárólag és nem is főleg azért, mert az a legidősebb földtani tudományág, hanem mert a kristályos ásványok — a szilárd Föld építőkövei — már a tudomány mai fokán is jól mérhető számadatokkal jellemezhetők. E biztos alapokra épít végső elemzésben minden földtani tudomány. Alapvető követelmény tehát a földtani kutatás és oktatás számára, hogy mindenkor magasszintű, korszerű, a hazai viszonyokat tekintetbe vevő ásványtan álljon rendelkezésre.

E követelményeknek tett eleget a három kitűnő szerző, amikor az 1955-ben megjelent, rég elfogyott, közkedvelt KOCH—SZTRÓKAY: Ásványtan második átdolgozott kiadását megvalósította.

Az első kiadás a könyvalakban megjelent első magyar oknyomozó ásványtan volt, amely a századunkban kialakult kristályszerkezeti („kristálykémiai") alapokból vezette le az ásványok addig lexikális jellegű adatsorait. (Előtte csak néhány egyetemi jegyzet készült ilyen értelemben.) Az ásványtani adatok logikája és az oknyomozó vizsgálatra való nevelés szempontjából is fontos volt ez a mű.

Azóta az oktatási reform lehetővé tette, hogy az előadásokon mellőzendő részletkérdések hozzáférhetővé váljanak a kissé már kézikönyv felé hajló tankönyvek kiadásával. Az általános fejlődést is kifejezi tehát az ilyen szellemben most már két kötetessé vált „Ásványtan" — mintegy 440 oldal helyett 936 oldal terjedelemmel, jó nyomópapíron, megfelelő méretű, jól használható szép ábráival és ízléses kiadásával. Megjelenése közügy a földtudományi fejlődésünk számára, amelynek kritikájában már a következő kiadásra is gondolnunk kell.

Az általános ásványtanok — tehát az új mű I. kötete is — a kémiai, fizikai, kőzettani területekre is szükségképpen kiterjedő tartalmukkal meglehetősen inhomogén, csaknem kiegyensúlyozhatatlan anyagot foglalnak magukban. Az új magyar mű belső logikája azonban az anyag elrendezésében is sokat fejlődött. Az ásványtan története a könyv közepéről átkerült az elejére. A CLAPEYRON egyenlet a hőtani rész helyett a polimorf átalakulásoknál szerepel. Ugyanakkor kiegészült sok fontos kérdés ismertetésével, pl. a szimmetriaviszonyok, ill. a 230 tércsoport nemzetközi jeleivel, a kristályalkat és termet kérdéseivel, főképpen pedig a rácstípusok eddig inkább példákkal megvilágított tárgyalása helyett azok csaknem teljes rendszerének bemutatásával.

Az ásványtani vizsgálati módszerek tárgyalása már régóta külön műveket igényel. Nehéz kérdés tehát az általános ásványtanok számára a módszertani kérdések terjedelme. A kialakult gyakorlatnak megfelelően ez az Ásványtan is ismerteti pl. a fontosabb kristályoptikai módszereket, viszont új kiadása elhagyja a sűrűségmeghatározási eljárásokat, ugyanakkor külön fejezetben foglalkozik a DTA módszer és a lézerek egyes alkalmazásaival.

A tudománytörténeti értékelést szubjektív tényezők, a különböző nyelvű irodalmak hozzáférhetősége, stb. különös mértékben befolyásolhatják. Ilyen nehézségeket is tükröz, hogy az új kiadásban sem kerül érzékeltetésre az ásvány fogalma kialakításának (HAUY) természetfilozófiai súlyú és ásványtanilag döntő jelentőségű ténye, vagy hogy az ásványok optikai alapon való meghatározásának kidolgozása az előző francia eredmények mellőzésével ROSENBUSCH neve alatt szerepel. A ternér eutektikus 3 komponensű rendszerek félszázados eredményeinek ismertetésénél (380. lap) megtévesztő egy új agyagásvány-műre való hivatkozás. Két kötetes magyar ásványtanban feltétlenül helye volna az első gyors földpát-meghatározó módszer megemlítésének. SZABÓ JÓZSEF eme eljárása az egész ásvány- és kőzettan számára igen jelentős kezdeményezés volt, nemzetközileg elterjedt, használata pedig döntően segítette

e legnagyobb ásványcsalád földtani jelentőségének felismerését. A DTA módszerek ismertetésénél is indokolt volna a magyar kutatók (FÖLDVÁRINÉ, ERDEY, PAULIK) eredményeinek megemlítése.

Szépen kiegyensúlyozott és didaktikailag jól áttekinthető a könyv második (rendszertani) kötete. Az első kiadásban már érvényesülő helyes alapelveket, a geokémiai szempontot is kifejező anionos osztályozást és ezen belül a kristálykémiai csoportosítást, valamint az osztályok élén szereplő kitűnő, tömör áttekintéseket ez a kiadás is helyesen megtartja. A nagyobb terjedelem előnyei is legnagyobb mértékben itt érvényesülnek. Lehetővé teszik az ásványrendszer sokkal teljesebb, csaknem mintegy 1500 ásványfajtára és gyakran az egyes ásványok alkalmazására is kiterjedő bemutatását és tagoltabb tipográfiai beosztását. Az egyes ásványcsoportok ismeretére vonatkozó újabb haladást jól szemléltetik a mélyrehatóan átírt részek, elsősorban egyes szulfidcsoportok, továbbá az uránásványok, valamint a filoszilikátok (különösen a most már elkülönülő kloritok és szerpentinfélék), majd a magas és alacsony hőszintű földpát-elkülönítések és a borátok szilikátszerűen kapcsolódó rendszerének leírásai.

A következő kiadásra gondolva néhány javaslatot teszünk a továbbfejlesztésre. A nagyjelentőségű geofizikai alkalmazás miatt indokoltnak látjuk az ásványok mágneses és elektromos sajátságai részletesebb kifejtését. Egy valódi ásvány-genetikai rész kidolgozása az ásványok gáz, ill. folyékony fázisokból keletkezésének és szilárd fázisban történő átalakulásának finomszerkezeti és energenetikai (kötéstípusos) jellemzésével a Föld fejlődése szub-mikro vonatkozásokig lebontott megvilágításaként megfelelő ásványtani ellenpárja lenne az inkább földtani jellegeket hangsúlyozó petrogenetikának.

Didaktikailag jelentékeny előnyt fog biztosítani a kristályok ábrázolásában a hátsó lapok következetes szemléltetése. Genetikai fontossága miatt a perzisztencia kérdés tárgyalása bővülhetne. Az ásványrendszertani leírásban helyes lesz bevonni az olyan mindinkább nagyfontosságú ásványfajták leírását, mint az általában pumpelleyitnek nevezett lotrit. Az agyagásványok túl bonyolulttá váló képletei miatt is kívánatossá válik a súlyszázalékos oxidértékek hozzávetőleges megadása is. Genetikai szempontból is indokolt a lepidomelán ferrivas-tartalmára utalás. Érdemes lesz súlyt helyezni az ásványkeverék nevek, pl. a téglaérc és a limonit tipografiailag következetes jelölésére, továbbá egyes lazán, terjengősen fogalmazott, túlmagyarázott részek (pl. a kristálynövekedési fejezetben a „kiválási" energiával kapcsolatos oldalak) tömörebb átfogalmazására. Legfőképpen kívánatos azonban a szerzők közti kritikai kooperáció erőteljesebb kifejlesztése, a belső ellentmondások elkerülése, pl. a metaszomatózis két ellentmondó meghatározásának, ill a metaszomatózis karbonátos és hidrotermális folyamatokra leszűkített megfogalmazásának (389. lap) mellőzése, a ciklikus szilikátok e két köteben különböző beosztásának megszüntetése, az egységes nevezéktan kialakítása.

Mindezzel is elősegíteni kívánjuk, hogy a bizonyára már néhány éven belül esedékessé váló harmadik kiadás ugyanúgy korszerű biztosítéka legyen a magyar ásványtani oktatásnak és a földtani tudományok ásványtani alapozásának, mint volt az első két kiadás. Örömmel üdvözöljük irodalmunk ez értékes gyarapodását és itt is szívből gratulálunk a szerzők mélyreható tudását és alaposságát tükröző szép műhöz.

DR. SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

RAMDOHR P.—STRUNZ H.

Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie

15. Auflage, F. Enke, Stuttgart 1967.

A KLOCKMANN-féle ásványtan több évtized óta a német nyelvű tankönyvek legismertebbje. Első kiadása 1891-ben jelent meg s a szerző maga tíz kiadást bocsátott belőle közre. A könyv népszerűségéhez hozzájárult, hogy tudományunk fejlődésének a századforduló utáni lendületes évtizedei során egyike volt a szinte folyamatosan átdolgozott, — s új ismereteket közlő — tankönyveknek. Fokozta nagy elterjedését később az is, hogy a szerző halála után a friss eredmények ismeretében, s ezek módszeres feldolgozása terén is nagy tapasztalattal rendelkező RAMDOHR, P. berlini professzor vette át, ill. folytatta a könyv korszerűsítését: 1936-tól 1954-ig négy további kiadás (ún. „KLOCKMANN—RAMDOHR") jelent meg. A legújabb 15. kiadásnak pedig további szerzője is van STRUNZ, H., aki szintén a legnevesebb mineralógusok sorából való.

A tankönyv terjedelme — korábbi kiadásokhoz képest — jelentősen bővült és szerkezetében, tárgyalásmódjában is lényeges változást hozott. Az anyagbeosztása is módosult. A 820 oldalas műnek a kisebb részét, mindössze 47%-át foglalja el rendszeres ásványtanl A terjedelemnek több mint a fele a kristályos szerkezetű anyag sajátságainak ismertetéséve.

foglalkozik. E főrész szerzője STRUNZ, H., aki a „klasszikus" fejezeteket új részletekkel, főként az újabb vizsgáló módszerek és eredmények bemutatásával egészítette ki. Az alapos átdolgozás és jelentős bővítés ellenére is, szerzők — miként írják — nincsenek megelégedve a kristályoptika és geokémia c. fejezetekkel, s ezek korszerűsítését a következő kiadásra tervezik.

Az általános résznek újszerűsége az is, hogy — korábbiaktól eltérően — a „Kristallkunde" címet viseli, ami új szemlélet érvényesítését jelzi: általában a szilárd (rendezett) fázisok tananyaga, vagyis lényegesen többet ölel fel mint az eddigi, „általános mineralógia". A főfejezet figyelemre méltó része a kristálygeometria, mely a feldolgozásban két részre különül: *1.* a kristály mint kontinuum (alaktan), *2.* a kristály mint diszkontinuum (térrácsgeometria). Így a két fogalom nemcsak világos értelmezést kap, hanem egyben elejét veszi minden eddigi szembeállításnak is. Szakavatott megoldásban közli tömören, ábrákkal bőven szemléltetve a morfológiai ismeretek lényegét és mintaszerű a diszkontinuum (térrácsgeometria) c. fejezet tárgyalása is. Említést érdemel az a kombinált ábrasor, mely jól kiválasztott 10 tércsoport példáján mutatja be a lényeges térrácsismereteket. Általában mindenkor leegyszerűsített típuspéldákhoz folyamodik, s így nincsen szükség hosszas magyarázgatásra.

A „Kristallkunde" másik része a „Kristálykémia" is didaktikailag nagyon jól sikerült fejezet. A szabatos fogalmazáson és felsorakoztatáson túl újból a példák megválogatása és kitűnő ábrázolása emelhető ki, melynek során kitér az ötvözetek és organikus vegyületek alapszerkezeteinek típusaira is. Fázisok és fázisdiagrammok értelmezése, formulaszámítási példák, a határfelület-reakciók alapjelenségei, ennek kapcsán a flotációs eljárás lényegének ismertetése, megannyi igen jól megválasztott részlete a fejezetnek.

Ugyanez mondható a következő, „Kristályfizika" c. fejezetről is, mely a röntgensűrűség (D_x) és meghatározása, a mágneses tulajdonságok, a radioaktivitás és a fényabszorpcióra vonatkozó ismeretek tömör és korszerű összefoglalását tartalmazza. Rövidre fogottan, de jó ábrákkal illusztrálja a hagyományos kristályoptikát. Ezt követőleg rövid módszertani bevezetéssel példákon mutatja be a kristályszerkezet meghatározás célravezetőbb fogásait.

A könyv második fő része a „Mineralkunde", melyben a genetikai-geokémiai ismeretek (40 old.) összefoglalása után következik a leíró (rendszeres) ásványtan, mely lényegileg nemigen tér el a korábbi kiadások anyagától és beosztásától. Tárgyalásmódja rendkívül gondos, az ismertetést szerkezetábrák, kitűnő fényképillusztrációk és az újabb adatok kézikönyvszerű felsorolása egészíti ki.

Függelékként a nevesebb lelőhelyekről betűrendes mutató készült, s a lelőhelyhez rövid genetikai jellemzés tartozik. Tanulságos, de nem szerencsés az ilyen „kiválogatás" (és könnyen a fogyatékos tájékozottság szülője lehet). Sikerültebb a másik függelékfejezet, mely röviden áttekinti a hasznosítható ásványi nyersanyagokat, hozzáfűzve a felhasználás és termelés tájékoztató adatait is.

A kétségtelenül kitűnő és korszerű tankönyv tematikájában talán kissé sokatölelőnek, túlzsúfoltnak tűnik. Ezt azonban menti egyrészt az a helyes irányelv, hogy a felsőfokú segédletnek többet kell tartalmaznia mint amire az oktatásban — a leszűkített órakeretek miatt — sor kerül. Másrészt figyelembe kell venni azt, hogy az ismeretanyag évről-évre tetemesen bővül, ugyanakkor a „klasszikus" fejezetek sem hagyhatók el teljesen; a tankönyvírás nehéz feladatának megoldása csakis a helyes középút megválasztása lehet. A RAMDOHR—STRUNZ-féle átdolgozás ilyen mértéktartással szerkesztett, mintaszerű ábraanyaggal bőven illusztrált, világos és tömör fogalmazású, valóban sikeres megoldás.

DR. SZTRÓKAY KÁLMÁN IMRE

KOSTOV I.

Mineralogy

Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 1968. 587 old. 505 ábra

A kiadvány IVÁN KOSTOV-nak, szófiai egyetemi tanár akadémikusnak 1957-ben Bulgáriában Минералогия címen megjelent, majd 1966-ban részletes átdolgozás után lefordított könyve. Kéziratát P. G. EMBREY (British Museum) és J. PHEMISTER vették gondozásba, s az ő szerkesztői közreműködésükkel került kiadásra 1968-ban.

KOSTOV eredeti felfogásban és érdekes anyagválogatással dolgozta fel az ásványtani ismereteket. Bemutatja a mineralogia helyét és tárgykörét a földtani tudományok együttesében és rámutat az ásványnak, mint nélkülözhetetlen nyersanyagnak folytonosan bővülő felhasználási lehetőségeire, ezzel az ásványtan ismeretanyagának növekvő fontosságára is. A kiadvány — minden jel szerint — felsőfokú tankönyvnek készült és tárgyalásmódjában azt

a megoldást követi, mely az „általános" ásványtani részt a lehető legkisebb terjedelemre és csakis a lényeges sajátságok tömör ismertetésére korlátozza. Nem könnyű e kérdésben állást foglalni, a korszerűségre törekvés mellett a helyes, ill. szükséges arányokat kialakítani. Ha csak az ásványok definiálásához, a kristálykémiai sajátságok és elemtársulások finomabb részleteinek összesítéséből nyert fontosabb bélyegek ismertetését kívánjuk is bemutatni, amihez még az alig elhagyható, „klasszikus" ismeretanyag is társul: az *általános* ásványtan tankönyvi tárgyalása szinte megoldhatatlan feladat elé állítja a szerzőket. A határt kellő mérlegeléssel talán ott lehetne megvonni, ahol a fizikai (és optikai) sajátságok, az anyagszerkezeti és kémiai felépítés jellemzéséhez szükséges elterjedtebb (valóban „ásványtani") módszerek ismertetése és a lényegesebb összefüggések bemutatása végződik. De már az ilyen kompromisszum is magában hordja azt a kívánalmat, hogy a tankönyvhöz — mivel az a legszükségesebb alapok lerakásánál nem mehetett tovább — külön gyakorló- ún. segédkönyvet (praktikumot) adjunk közre.

KOSTOV ásványtanának első része mindössze 75 oldal, ami az egész terjedelemnek 12,7%-a, ha tehát az angol kiadás az eredeti tankönyvvel egyező beosztású, úgy bizonyosra vehető, hogy a bulgáriai felsőoktatásban az általános (alaktani, fizikai, kristálykémiai stb.) ismeretek és vizsgáló módszerek elsajátítása kiegészítő segédletre támaszkodik.

Könyvének szűkre szabott első részében néhány oldalnyi kristályszerkezeti bevezetést az „ásvány"-morfológia című fejezet követi, de ebben csak egy-két rácsszerkezeti és jelzésbeli alapfogalmat említ, majd ábrákkal illusztrált felfogásban körvonalazza a „kristályhabitus" kialakulását és korábbi publikációi alapján néhány szellemes diagramon érzékelteti az összetételbeli sajátságok külalaki megnyilvánulását és szép fotóillusztrációkon mutatja be a jellegzetesebb ásványösszenövéseket és aggregátumokat. Rövid szakaszt szentel a fizikai (sűrűség, keménység, hasadás) sajátságoknak és a kristályoptikából még rövidebben, szinte érintőlegesen említ néhány fogalmat és összefüggést (pl. izostrukturális ásványok törésmutatóinak lineáris változását a kation ionizációs potenciáljával, vagy a fényelnyelés kvantitatív jelzését abszorpciós színképpel), majd ugyancsak tömören szól a mágneses-elektromos és felületi sajátságokról. — Az ásványvizsgálat hagyományos (determináló) módszerének említése után a vegyi képlet és kristálykémiai formula számítását mutatja be néhány egyszerűbb példán. Érinti a differenciális hőelemzést, ugyanígy pár szóban a röntgenelemzés módszerét is. — Az általános rész rövid ásványgenetikával fejeződik be, mely eredeti jellemzéssel mutatja be az ásványképződés egyes folyamatait.

A könyv terjedelmének túlnyomó része rendszeres ásványtan. Már publikált rendszerezési elv szerint sorolja fel az osztályokat (I. Elemek; II. Szulfidok és szulfosók; III. Haloidok; IV. Oxidok és hidroxidok; V. Szilikátok, VI. Borátok; VII. Foszfátok, arzenátok, VIII. Tungsztátok és molibdátok; IX. Szulfátok (szelenát-tellurátok); X. Kromátok; XI. Karbonátok; XII. Nitrátok és jodátok). Vagyis 12 kategóriába csoportosítja az ásványok rendszerét. Feltűnő, hogy a mezodezmikus szilikátok az oxidosztály után kaptak helyet. A borátok ásványtani és genetikai jelentőségét kisebbnek véljük annál, hogy külön osztályban szerepeljenek. Nem érthető az sem, hogy a halogén vegyületek, mint túlnyomóan ionos kötésű szerkezetek és főtömegükben felszíni (evaporit) képződmények: miért nem kerültek a nitrát-jodát osztály után, tehát a rendszer végére? — Az ásványrendszerezésben mindenkor bizonyos kompromisszumra kényszerülünk, s KOSTOV vázolt beosztása sem kivétel ez alól, de megállapítható, hogy egészében rendszeréből korszerű szemlélet és tárgyalásmód tükröződik. Az egyes osztályok sőt a kisebb kategóriák előtt is áttekintő szöveges jellemzés vezeti be az ismertetést. Ez didaktikailag nemcsak a könnyebb eligazodást, hanem a tanulásban is nagy segítséget jelent. — Hazai kiadványunkéhoz hasonló megoldás az is, hogy a szerkezettípusokat és általában a kristálykémiai ismereteket, s ezek kapcsolatait itt, a rendszeres rész konkrét példáin mutatja be. Természetesen a tankönyvnek szánt kiadvány nem ölelheti fel az egész (ismert) ásványvilágot, itt is válogatásra van szükség, ebben az egyéni beállítottságnak, esetleges honi hagyományoknak is nagy szerep jut. E miatt a felsorolások nem mindig azonosak, sőt helyenként jelentősen el is térnek a lényegesebb, vagy gyakoribb természetes fázisok listájától.

KOSTOV, I. mineralógiája széles látókörrel megírt, mai ismereteket rövid, de szabatos fogalmazásban közlő könyve, mindenekelőtt pedig újszerű genetikai-kristálykémiai elvek szerint kidolgozott rendszere nagy nyeresége szaktudományunknak, s ezt csak fokozza a kiválóan sikerült gazdag (500-on felüli) illusztráció, számos táblázat, s a mű valóban nagyon tetszetős kiállítása is.

DR. SZTRÓKAY KÁLMÁN IMRE

BENDEFY LÁSZLÓ—V. NAGY IMRE

A Balaton évszázados partvonalváltozásai

Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1969.

A Balaton Közép-Európa legnagyobb szárazulati belföldi, északon hegyvidékkel szegélyezett, délen síkságba belesimuló, nem nagy mélységű medencealakulata. Földtudományi természetvizsgálatát, felvidéki környezetével egyetemben a századforduló óta rendszeres kutatásokkal és sok tudományágra terjedő alaptanulmányokkal a LÓCZY LAJOS által szervezett Balaton-Bizottság indította meg. Ebben a munkában legkiválóbb hazai tudósaink és külföldi szakemberek vettek részt eredményeik és megjelent tanulmányaik széleskörű nemzetközi sikerével. Munkaeredményeik a fölszabadulás után a szocialista országépítéssel általános hazai és növekvő külföldi idegenforgalmi érdekkel új életre keltek.

BENDEFY L. saját évtizedes, hivatalos és mások részére hozzáférhetetlen, ismeretlen levéltári, térképtörténeti adatok fölkutatásával, irodalmi adatok kritikai egyeztetésével, régi geodéziai mérések és számítások saját újraméréseivel és korszerű átszámításaival vizsgálja és élvezetes módon térképmásolatokkal, szelvényrajzokkal, térképekkel szemlélteti, milyen volt, hogyan alakult, változott a Balaton partvonala a történeti időkben, különösen az utolsó 250—300 év alatt.

A célt és módszert tárgyaló rövid bevezetés után (7—11 old.) a Balaton partviszonyainak a történelem előtti időkben, a rómaiak, majd a népvándorlás korában való ismertetése következik. A legkorábbi használható térképi adat LÁZÁR deáké, az 1514—1526 közti évekből.

A XVI. század elejét megelőzően számos közvetett vagy közvetlen adat áll rendelkezésünkre, hogy azokból az egykori vízállásra, illetőleg a Balaton partvonalának alakulására következtethessünk. Ezek: 1. római idők előtti sírleletek, 2. a római sírok és építmények helyzete; 3. népvándorláskori sírok és létesítmények; 4. Árpád-kori oklevelek; 5. az ezekhez kapcsolódó későbbi térképes ábrázolások (11—155. old.).

A II—III. fejezet V. NAGY IMRE „A Balaton alaktani vizsgálata" és „A parterózió vizsgálata" az eddigi hidrológiai-hidromechanikai eredményeket tárgyalja rövid foglalatban (155—181. old.). A IV. fejezetben BENDEFY L. a Balaton évszázados feliszapolódásának vizsgálatával foglalkozik részletesen. Az V. „Végkövetkeztetések" c. fejezetben megállapítják a szerzők, hogy a Balaton mederállapotának, területi helyzetének, víztömegének és a fokozottabb ütemben alkalmazott műszaki műveletek következtében a Keszthelyi-öböl feliszapolódási üteme a Balaton egészéhez viszonyítva igen gyors ugyan, de jelenleg csökkenő jellegű. Abszolút értékében sokkal kisebb, mint amennyit az eddigi, 100 évre vonatkoztatott számítások kimutattak. Közel másfél évszázad telt el, míg a tó vízgyűjtő területén kipusztított erdővidék helyén a Balatonba kerülő hordalékmennyiséget csökkentő új növényzet fejlődött. Ha a Balatonnak mai általános természeti viszonyai valamilyen előre nem látható okból nem változnak, akkor az egyre fejlődő műszaki megoldásokkal a tó nagyobb részén a jelenlegi nyíltvizű állapot 3500—4000 évre biztosítottnak mondható. A Keszthelyi-öböl feliszapolódása azonban ezer évnél hamarabb következik be.

A feltűnően szép kiállítású, fényezett papiroson, mintaszerű tagolással, és a célhoz mérten szükséges vegyes tipográfiával kiadott tökéletes monográfia olvasását, használatát, sőt oktatását is nagyban segíti a kutatáshoz felhasznált térképek összesített áttekintése, valamint az I—IV. fejezetek szerinti, összesen 304 irodalomfelsorolás, amelyben a tárgykör egészének szinte a kiadás napjáig megjelent munkáit (kéziratokat is) megtaláljuk.

VADÁSZ ELEMÉR

TRUNKÓ L.

Geologie von Ungarn

Beiträge zur Regionalen Geologie der Erde, Band 8. Gebrüder Borntraeger, Berlin—Stuttgart 1970

E díszes kiállítású könyv szerzője magyar honfitársunk. Tanulmányait Budapesten kezdte, s Göttingában végezve, Karlsruheban működik az ottani Természettudományi Múzeum alkalmazásában, mint okleveles geológus, s jelenleg mint egyetemi magántanár.

Magyarország földtanának megírása a magyar földtan történetének egyik különleges ügye, kevéssé ismertetett kérdése. A százhúsz éve alakult Magyarhoni Földtani Társulat és a most százéves fennállását ünnepelt Magyar Állami Földtani Intézet rendszeres földtani kutatásainak, térképezési munkálatainak tudományos és gyakorlati kívánalma, szükséglete.

Földtani megismeréseink századforduló éveiben DR. SEMSEY ANDOR nagyérdemű tudományos mecénásunk Magyar Tudományos Akadémián létesített pályatételei között az ország földtanának megírása is szerepelt. DR. KOCH ANTAL pályamunkája nem kapta meg a pályadíjat, mert DR. LÓCZY LAJOS egykori bírálati véleménye szerint országunk földtani viszonyai még nincsenek azon a fokon, hogy ez az összefoglalás kiadható volna. Azóta előkerült kéziratmaradványa ismeretében, meggyőződésünk, hogy Magyarország földtanának megírása meggyorsult volna és könnyebb is lett volna az azóta elcsatolt országrészek földtanának összefüggésében. A háborús idők politikai forgatagában a habsburgi monarchia szétesésében megvalósítatlanul maradtak ID. LÓCZY LAJOS nagyszabású tudományos földtani tervei Magyarország földtanára vonatkozólag is. STEINMANN G. szerkesztésében indult Handbuch d. reginalen Geologie d. Erde kiadványsorozat megszűntével elmaradt a tervezett német kiadás lehetősége is. Kevéssé ismert s tudománytörténetileg feledésbe merült tény, hogy NOPCSA F. a Magyar Állami Földtani Intézet igazgatója ID. LÓCZY L. tudományos terveinek megvalósítására törekedett. Ebben a vonatkozásban Magyarország földtanának kollektív megírását is tervezte a Handbuch d. regionalen Geologie német kiadásában. 1928. nov. 28-án kelt körlevele szerint: „G. STEINMANN professzor most látja alkalmasnak az időpontot a régi Magyarország geológiájának megírására a Handbuch d. regionalen Geologie számára." NOPCSA lemondása miatt ebből nem lett semmi. Magyarország földtanának megírása és kiadása halaszthatatlan szükséglet, kívánalom igényével, kötelességünkké vált. Megterveztük kollektív munkaelosztással 1948 decemberi teljesítéssel, nagy szabadságharcunk emlékezetére. Egyetlen kézirat sem készült el. Az idő sürgető volta miatt megírtuk egyedül, s 1953-ban megjelent első kiadással áthidalni törekedtünk azt a félévszázados hiányt, amit nagynevű elődeink reánk hagytak.

Az első kísérleti kiadás, hiányai és hibái ellenére, megjelenésének első évében elfogyott. Kereslete állandóan fokozódott, *élő könyvvé lett*, a szocializmus építésének nagy, rendszeres munkalehetőségei során megoldásra váró kérdések és kutatások alapmunkája és új vizsgálatok, újravizsgálatok ösztönzője. A „dolgozó magyar népnek" ajánlása szerint nem tartott igényt idegennyelvű fordításra, csak országunk területére szorítkozott. Új eredményeink felhasználásával az 1960-ban megjelent új kiadás a hasznosítható ásványi anyagok függelékes részének elhagyásával csaknem kétszeres terjedelmű tartalommal jelent meg. Időközben elsősorban a szomszédos baráti államok, országuk földtani viszonyainak kutatása és térképezése érdekében eljutottak könyvünk saját nyelvükön történő használatának kívánalmára. Magyarország földtanát kiadták Moszkvában orosz fordításban 1964-ben. Egyes részek kéziratos használatban vannak szlovák és cseh fordításban. Tárgyalásaink voltak német fordítású kiadásra az NDK részéről. Angol nyelvű tartalmi összefoglalás készült 1964-ben (Encyclopedia Geologica, New York, ezideig még nem jelent meg).

A nemzetközi földtani kongresszusok egyezményes határozatai szerint folyamatban van a Föld újratérképezése, új felmérések szerint különböző méretű átnézetes és részletes földtani térképek készítése és kiadása. Ebből adódik a „Geologie von Ungarn" megjelenésének egyik oka. A könyv előszavából kitűnik, hogy magyar könyvünk alapján készült de nem egyszerű fordítás, hanem az újabb adatok és földtani kutatások személyes területi ismeretével, magyar kartársak és alulírott baráti segítségével, helyszíni kirándulásokon gyűjtött és engedélyezve kőzet és kövületanyag feldolgozásával, újabb rajzokkal, fényképekkel, szelvényekkel ellátott *kiegészítés*. Kilenc fejezetben tárgyalja országunk paleozóos, mezozóos, harmadidőszaki, negyedkori földtani képződményeit alaphegységi, fedőhegységi kifejlődési elosztásban. Külön a medencealakulatokat, a magmatizmust, majd az ősföldrajzi áttekintést, tektonizmust végül a hasznosítható anyagokat. A kötetben rövid angol összefoglalás is van (195—203. old.). Különös figyelmet érdemel Magyarország 300 000-es legújabb átnézeti földtani térképének magyarázó szövegfordítása, a magyar szavak kiejtési módja, hangsúlya és egyes földrajzi kifejezések magyarázata (245—248. old.).

A könyvet magyar szakirodalmunk értékes külföldi kiegészítéséül fogadjuk és előszavának végső sorai értelmében a német és magyar szaktársak baráti kapcsolatának fenntartása és továbbfejlesztésével népeink békés együttműködését is reméljük.

VADÁSZ ELEMÉR

ZALESSZKIJ B. V.

Physical and Mechanical Properties of Rocks

(A kőzetek fizikai és mechanikai tulajdonságai)

(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1967. Az orosz nyelvű, 1964-ben Moszkvában kiadott könyv angol fordítása.)

A könyv hét, egymással alapjukban összefüggő, önálló fejezetből áll.

Az első fejezet (BJELIKOV B. P., ZALESSZKIJ B. V., RAZANOV YU. A., SZANINA E. A. és TIMCSENKO I. P. munkája). Részletesen ismerteti a kőzetek fizikai-mechanikai tulajdonságait meghatározó módszereket a mintavételtől a mikroszkópos vizsgálatig. A porozitással foglalkozó rész, három jellemző adatként háromféle porozitást ad meg: teljes, nyílt és „különbözeti" porozitást. Maga a porozitás kifejezhető a tortuozitással is (porozitás = tortuozitás x póruscsatorna keresztmetszete). A további ismertetett vizsgálatok a mechanikai igénybevételek (elaszticitás, kompresszibilitás stb.) körébe tartoznak, majd részletesen foglalkozik a fagyállóság, keménység, kopásállóság vizsgálatával.

A második rész (SZANINA E. A. és ZALESSZKIJ B. V.) a pórustérfogat szerkezetével, valamint annak a mészkövek permeábilitására, illetve vízzel való telítésére gyakorolt hatásával foglalkozik, és az eredmények alapján három fő következtetésre jut: 1. a mészkövek permeábilitását a porozitás és a póruscsatornák sajátságai határozzák meg; 2. a vízzel való telítést főleg a póruscsatornák alakja befolyásolja; 3. a kőzetek rendszerezésénél a porozitás is figyelembe veendő.

A harmadik rész (NASZEDKIN V. V., SZANINA E. A. és JAVICS I. N.) a vulkáni üvegek (perlit és obszidián) porozitásával foglalkozik. Leírja a pórusok alakját, formáját, foglalkozik a vulkáni üvegek szerkezetével és szerkezeti sajátságaival. A perlit és az obszidián porozitása főleg a különböző illótartalom miatt eltérő.

A negyedik fejezet (TIMCSENKO J. P.) főleg kvarcos, tömör kőzetek fizikai-mechanikai tulajdonságait tárgyalja. A több mint 1500 vizsgálat és ezek eredményeinek közlése a dolgozat legfőbb érdeme.

Az ötödik rész (ZALESSZKIJ B. V., SZILAJEVA O. I., KOROTKOVA O. N., LIKACSEVA YU. S., NYIKOLAJEV S. V. és ANDREJEV V. N.) monomineralikus aggregátumok és egyes ásványok dinamikus-elasztikus jellemvonásait értékeli.

A hatodik fejezet (BJELIKOV B. P.) a kőzetalkotó ásványok plasztikus állandóival, valamint ezeknek a kőzet elaszticitására gyakorolt hatásával foglalkozik. Megállapítja az ásványi összetétel és a porozitás hatását a kőzet képlékenységére. A legkülönbözőbb kőzeteken végzett — táblázatban összefoglalt — több ezer vizsgálat alapján a szilikátkőzeteken belül az eklogit és a peridotit rendelkezik a legnagyobb elasztikus állandókkal.

A hetedik rész (PEK A. A.) a kőzetek permeábilitását tárgyalja, és végső következtetésében megegyezik a korábbiakkal, amennyiben az áteresztőképesség nagymértékben függ a póruscsatornáktól.

Emeli a könyv értékét, hogy számtalan adatot, illusztrációt és irodalmi hivatkozást közöl a tárgyalt témakörből. Nem von le értékéből az sem, hogy a különböző mérőeszközök és készülékek ismertetése nem terjed túl azok elvi ismertetésén.

TOMSCHEY OTTÓ

VLASOV K. A.

Geochemistry and Mineralogy of Rare-elements and Genetic Types of their Deposits — Volume III. Genetic Types of Rare-element Deposits

(A ritkafémek geokémiája, ásványtana és telepeik genetikai típusai. III. kötet. Ritkafémtelepek genetikai típusai.)

(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1968. Az orosz nyelvű, 1966-ban Moszkvában kiadott könyv angol fordítása.)

E nagyjelentőségű, első kísérletnek szánt összefoglalás elkészítését 1953-ban VLASOV K. A. javasolta. Megvalósulása a Szovjet Tudományos Akadémia, a Geológiai Minisztérium és a Ritkafém Ásványtani, Geokémiai és Kristálykémiai Intézet együttműködésének köszönhető.

Ez a világon elsőként kiadott ritkafém-telep rendszerező munka a különböző genetikai típusú előfordulásokat foglalja össze. Ismereteink jelenlegi állapotában azonban számos kor-

látozó tényező nehezíti meg e feladat maradéktalan végrehajtását, és azért nem is mentes a hibáktól, amire a könyv előszava is felhívja a figyelmet.

A feldolgozást megnehezíti a ritkafém-telepek nagy genetikai változatossága. E telepek lehetnek független ritkafém-felhalmozódások, előfordulhatnak más telepeket alkotó ásványok szennyeződései formájában és dúsulhatnak kőzetalkotó ásványokban is. Értékes voltuk miatt azonban nem feltétlen szükséges, hogy bennük nagy koncentrációban legyenek e fémek. Ezért nehéz meghatározni, hogy különböző szempontok szerint mit lehet ritkafém-telepnek nevezni.

Természetes tehát, hogy ez a genetikai csoportosítás is a jól bevált endogén, exogén és metamorf főcsoportokat igyekszik követni. Ritkafém-telepek esetében azonban a csoportok közötti határok még elmosódottabbak, mint a hagyományos teleptani osztályozásoknál.

Mindezen nehézségek ellenére mégis egy teljesen újszerű, nagy adattömeget feldolgozó, kutatásban igen hasznos segítséget nyújtó könyv került angol nyelvű fordításra. A gazdagon illusztrált, továbbkutatási szükségszerűségeket megvilágító, részletes telepleírásokkal és összehasonlító vizsgálatokkal teljessé tett munka fontos gyűjteményes kiadvány, nélkülözhetetlen kézikönyv. A többé-kevésbé önkényesen alkalmazott rendszer természetesen nem tudja az összes képződési szabályozó tényezőt figyelembe venni, mégis következetességével jól használhatóvá teszi e művet. Mint minden rendszerben, itt is számos telep helye még bizonytalan, illetve azok több csoportba is besorolhatók.

A könyv első része az endogén telepeket tárgyalja a magmás képződményekkel (normál és alkáli sorozat) és a hidrotermális szulfidtelepekkel (diszperz eloszlású és meghatározott ásványhoz kötött dúsulás) kapcsolatos telepek két nagy csoportjában. A második rész a jelentőségében kisebb exogén- és metamorftelepek összefoglalását adja.

Nagymértékben emeli a könyv értékét a pontos adatrögzítés és a 105 oldal terjedelmet elfoglaló genetikai csoportokba rendszerezett mintegy 1500 irodalmi hivatkozás.

DR. PANTÓ GYÖRGY

BONDARIK G. K.

Dynamic and Static Sounding of Soils in Engineering Geology

(A talajok dinamikus és statikus szondázása a műszaki geológiában)
(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1967. Az orosz nyelvű, 1964-ben Moszkvában kiadott könyv angol fordítása.)

A talajmechanikai és mérnökgeológiai feltárások már régóta nagy gondot fordítanak azokra az eljárásokra, melyek valamely egyszerű és olcsó helyszíni vizsgálat végrehajtásával felvilágosítást adnak a vizsgált hely rétegződéséről, egyes talajfizikai tulajdonságairól, sőt, bizonyos körülmények között, az altalaj teherbírásáról is. A vizsgálatok középpontjában a különböző penetrációs eljárások álltak, számos országban végzett kutatások állapítottak meg gyakorlati szabályokat, sőt egyes helyeken — így Magyarországon is — a módszert szabványosították is. Az utóbbi években több összefoglaló ismertetés jelent meg a szondázás elméleti és gyakorlati kérdéseiről (l. pl. MENZENBACH, ZWECK, SANGLERAT munkáit), s úgy ítélhető, hogy a szondázás a talajviszonyok felderítésének elismert és általánosan használt módszerévé vált. Ezt igazolja ez a most ismertetett könyv is, mely az előbb említettek közül átfogó és egyértelműen értékelő jellegével tűnik ki.

Az első fejezet a szondáknak és szondázó berendezéseknek a leírását adja húsz oldalon. A második fejezetben (25 o.) megvizsgálja, hogy milyen tényezők hatnak ki a szondázás során mért adatokra, állást foglal a szabványosítás mellett, s megállapítja, hogy a helyes szabványosításnak mire kell kiterjednie. A harmadik, legterjedelmesebb fejezet (kb. 60 oldalon) a szondázási eredmények értékelésével és közvetlen ill. közvetett felhasználási lehetőségeivel foglalkozik, bemutatva a kísérletileg igazolt eljárásokat, kitérve sík- és mélyalapok tervezésére. Végül a negyedik fejezet (10 o.) több példán mutatja be a szondázás alkalmazását. Az egyes fejezetek végén magvas összefoglalások és következtetések találhatók, ugyancsak ezt ad józan mértéktartással a könyv utolsó két oldala. Kitűnő nemzetközi irodalomjegyzék zárja le a könyvet.

A könyv jó áttekintést és helyes értékelést ad, így nagyon hasznos. Az angol kiadás technikája — voltaképpen sokszorosítás gépelt szövegről — minden igényt kielégít.

DR. KÉZDI ÁRPÁD

VILENSZKIJ D. G.

The Russian School of Soil, Cartography and its Influence on the Soil Cartography of the World

(A talajtérképezés orosz iskolája és ennek befolyása a világ talajtérképezésére)

(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1967. Az orosz nyelvű, 1945-ben Leningrádban kiadott könyv angol fordítása.)

Ha a munka tudománytörténeti értékét tekintjük, akkor indokolt a fordítás. A rohamosan fejlődő talajtan és talajtérképezés nézőpontját figyelembe véve azonban nem mondható a leghasznosabbnak ennek az 1945-ben megjelent munkának a lefordítása még akkor sem, ha a talajgeográfia mégoly elismert nemzetközi szaktekintélye írta is, mint D. G. VILENSZKIJ professzor.

A 9 fejezetre tagolt munka 103 oldalából 26 oldal történeti áttekintés, 10 oldal bibliográfia. A tulajdonképpeni mondanivalóra jutó 63 oldal ma már szintén tudománytörténet, jóllehet beszél a talajképző folyamatok természetének modern koncepcióiról (V. fejezet), a korszerű talajosztályozásról (VI. fejezet) és a talajtérképezés 1945-ben még fennálló sürgős feladatairól. Egy fejezet (a IX) a szovjet talajtannak a világ talajtérképezésére gyakorolt hatását fejtegeti.

Szerencsésebb lett volna, ha a Moszkvában 1960-ban I. P. GERASZIMOV és N. A. GLAZOVSZKAJA tollából megjelent A talajtan és a talajföldrajz alapjai (Osznovü pocsvovedenie i geo- grafia pocsv.) c. könyvét fordították volna angolra. Abban a VILENSZKIJtől ismertetett problémakör már korszerűen van feldolgozva.

HARSÁNYI ESZTER

LOBOVA E. V.

Soils of the Desert Zone of the USSR

(A Szovjetunió sivatagi zónájának talajai)

(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1967. Az orosz nyelvű, 1960-ban Moszkvában kiadott könyv angol fordítása)

A könyv annak a hatalmas előkészítő munkának a terméke, melynek célja új területek termelésbe állítása volt. Ennek során térképezték fel a Közép-Ázsiában és Kazahsztanban elterülő, mintegy 150 millió hektár sivatagi és félsivatagi területet, hogy a talajok ismeretében megszervezhessék a folyók vizének, mint a Szir-Darja és Amu-Darja, valamint a Kara-Kum-csatorna öntözésre való felhasználását.

A 405 oldal terjedelmű munka 4 fejezetre oszlik, melyeket 93 táblázat gazdagít adatokkal és 54 ábra illusztrál. Az utóbbiak egy része térképvázlat, míg a többi, a néhány fényképfelvétel mellett túlnyomórészt sógrafikon. Sajnos a fényképfelvételek és a térképvázlatok átvétele a minőség rovására ment, a fényképek elmosódottak, a térképvázlatok pedig az erős kicsinyítés miatt rosszul olvashatók.

A négy fejezetben a tárgyalt anyag a következőképpen oszlik meg.

Az első, legterjedelmesebb — 152 oldalas — részben a Szovjetunió sivatagi területeinek talajviszonyait és földrajzi jellemzését tárgyalja a szerző. Leírja az egyes völgyek és földrajzi egységek geológiai felépítését, geomorfológiai viszonyait, jellemzi a talajokat és a növénytakarót. Számos vázlattal jelzi a különböző talajok elterjedését, melyeket a vizes kivonatok elemzési adataival, valamint a nedvesség-görbékkel jellemez.

A második fejezet a sivatagi szürkés-barna talajok, valamint a takirok rendszerét foglalja össze. Az elnevezés történeti kialakulásának ismertetése után az egyes típusok morfológiai és kémiai jellemzőit mutatja be, számos részletes szelvényleírás és vizsgálati adatokat tartalmazó táblázat segítségével. A vizsgálatok a típus jellegzetességeinek megfelelően elsősorban a talajok vízben oldható sótartalmára irányultak, de nem hiányoznak a szemcseösszetétel és a teljes elemzés adatai sem. A nem szikes és különböző mértékben szikes szürkés-barna talajok széles skálájának bemutatása után kitér a szerző a homokos váztalajok, valamint az agyagos kérgek, majd külön részben a takirok tulajdonságainak leírására.

A sivatagi szürkés-barna talajok genetikai tulajdonságai című harmadik fejezet néhány fontosabb talajjellemző értékelését adja. Tárgyalja a talaj szervesanyagösszetételét, melynek

mennyisége e talajokban nem éri el az 1%-ot, a talajban élő mikroorganizmusok mennyiségét és faji összetételét. Kitér a szénsavas mész és magnézium eloszlásának törvényszerűségeire, és vizsgálja e törvényszerűségek alakulását a talajföldrajzi területi egységeken belül. A talajok nedvességtartalmának és vízáteresztő-képességének jellemzésével az öntözés feltételeire utal, míg az ásványi összetétel — ezek között is az agyagásványok leírásával — a mállás viszonyaira nyújt jellemző értékeket. Ezzel szorosan kapcsolatos a vas felszabadulásával és különböző formákban való megjelenésével foglalkozó rész. Legtöbb vizsgálati adat a talajok teljes elemzésére vonatkozóan található e fejezetben, és a táblázatokban a különböző talajképző kőzeten kialakult talajok anyagátrendeződési folyamataira szolgáltat támpontokat a szerző. Röviden tárgyalja a növénytakaró talajalakító hatását, majd összefoglalja a szürkés-barna talajok képződésére vonatkozó elméleteket, a bemutatott adatok alapján állást foglalva mellettük, vagy ellenük.

Az utolsó — negyedik — rövid fejezetben a sivatagi zónának provinciákra és régiókra való felosztását tárgyalja. A térképvázlaton elhatárolt egységeket a szöveges részben röviden jellemzi, így ez a 10 oldalas rész a munkának földrajzi eredményeit foglalja össze. A szöveges részhez csatlakozik az irodalomjegyzék, mely 396 orosz nyelvű forrásmunkát sorol fel, és 24, többségében francia nyelvű irodalmi hivatkozást tartalmaz. Ebből látható, hogy az orosz és a szovjet szakirodalomnak a sivatagi talajokra vonatkozó anyagát szinte teljes egészében tartalmazza.

DR. STEFANOVITS PÁL

AL'BENSKII A. V. — NIKITIN, P. D.
(szerkesztők)

Handbook of Afforestation and Soil Melioration

(Az erdősítés és a talaj-melioráció kézikönyve)

(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1967. Az orosz nyelvű 1956-ban megjelent könyv angol fordítása.)

A könyv megjelenése után 11 évvel jelent meg, angol fordításban.

GOUREVITCH professzor e 17 szerzős, a problémakört kimerítő, összefoglaló mű angolra fordításával nemcsak hazájának tett hasznos szolgálatot, hanem a nemzetközi erdőmérnök, mezőgazdasági mérnök, pedológus, talajgeográfus valamint egyéb, talajvédelemi és meliorációs szakirodalomnak is.

A könyv 16 fejezetben részletesen tárgyalja a mezőgazdaságban szükséges és hasznos erdősítés elméleti jelentőségét és gyakorlati kivitelezését.

Nemrégen a mezővédő erdősávok telepítését, fontosságát meghaladó mértékben szorgalmazták Magyarországon is. Azután kezdtük egészen elhanyagolni a védő erdősávok kialakításának még csak a tervezését is.

Mi, talajgeográfusok jelenlegi kisalföldi üzemi talajvédelmi tervezési munkálataink során a deflációs károk megfékezésének legfontosabb eszközéül a védő erdősávok, ill. fasorok telepítését vagyunk kénytelenek előírni.

A korszerű szovjet mezővédő erdősítés (agroleszomelioracia) jelen kézikönyve mind a tervezőknek, mind a kivitelező agrár-, erdész- és kultúrmérnököknek jelentős, megalapozott elméleti általánosítást, valamint az erdősávok telepítésének kivitelezéséhez és a faállomány megóvásához hasznos gyakorlati útmutatást ad.

Az orosz, majd a szovjet mezővédő erdősítés fejlődésének áttekintése (I. fejezet) után a könyv ismerteti a SzU védő erdősítésre szoruló tájainak természeti viszonyait (II. fejezet). Ezután rövid vázlatot nyújt a mezővédő erdősávok fás és bokros fafajainak elegyítéséről. (III. fejezet).

A IV. fejezet az erdősávoknak a szélre, a léghőmérsékletre, a légnedvességre, a párolgásra, a talaj nedvességtartalmára és a hó megmaradására, valamint a mezőgazdaság termőhozamára gyakorolt hatását fejtegeti.

Az V. fejezet: az erdősávok elhelyezésének és az erdőművelés technikájának leírása is egyaránt érdekli a kutatót és üzemmérnököt.

A talajvédő erdőgazdálkodásnak az öntözéses mezőgazdálkodásban betöltött szerepét ismertetve (VI. fejezet) kitér az erdőöveknek a mikroklímára gyakorolt hatására is.

A talajvédelmi tervezés számára a „Talajerózió és megfékezése" c. VII. fejezet talán a legjelentősebb. Itt az erózió természetéről, annak megfékezési módjairól van szó.

A hegyvidéki erózió t, az ellene való védekezést, a hegylejtők erdősítésének különféle módszerét írja le a VIII. fejezet.

Egy sajátosan pusztuló kőzetfelszínnek, a homokterületeknek erdősítéssel való javításáról és mezőgazdasági célokra való felhasználásáról szól a IX. fejezet. (A fordítót Izrael adottságai következtében ez különösen érdekelte.)

A továbbiakban agrár- és erdőmérnököket érdeklő anyag kerül tárgyalásra. Szó van a mezővédő erdősávok területein fekvő kolhozerdők javításáról, az erdei vetőmagvakkal kapcsolatos teendőkről, a faiskolák megszervezéséről.

A biológiai kártevők és a védőültetvényben lábrakapó betegségek leküzdéséhez nyújt segítséget a XIV. fejezet.

A XV. fejezet az erdőgazdálkodási munkák gépesítéséről, mechanizációjáról szól.

Az utolsó fejezet tervezéssel és az erdősítési munkák megszervezésével foglalkozik.

A sokszerzőség óhatatlanul átfedéseket, ismétléseket eredményezett. A könyv értékét azonban sem ezek, sem pedig a gyenge papíranyag miatt a tartalomhoz nem méltó fényképanyag nem rontják.

DR. GÓCZÁN LÁSZLÓ

TYURIN I. V.—ANTIPOV-KARATAEV I. N.—CSIZSEVSZKIJ M. G.

Reclamation of Solonetz Soils in the USSR

(Szolonyec talajok javítása a Szovjetunióban)

(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1967. Az orosz nyelvű, 1960-ban Moszkvában kiadott könyv angol fordítása.)

A könyv azokat az eredményeket tartalmazza melyeket a szolonyecek keletkezésére, javítására és művelésére vonatkozóan mintegy 20 éven át folyó kísérleti munkával elértek. Mind öntözés esetén, mind a szárazgazdálkodás viszonyai közt vizsgálták a különböző javítóanyagok hatását — elsősorban a malouzenszki kísérleti állomáson, majd Ukrajna különböző vidékein. A szerzők munkájukat ezekre a kísérletekre alapozták, de feldolgozták a hazai és a külföldi szakirodalom idevonatkozó megállapításait is.

A 281 oldal terjedelmű munka négy fejezetre oszlik. Az első fejezet a szolonyecek képződésére felállított elméleteket ismerteti, és az újabb adatok felhasználásával dönti el ezek helyességét vagy vitathatóságát. A réti viszonyok között képződött szolonyecek a sótartalmú talajvíz hatására alakulnak ki, és e folyamatban jelentős szerepe van a szulfátredukáló baktériumoknak. A másik lehetőségként a sók kilúgozása megy végbe, de ez csak túlnyomórészt nátriumsókat tartalmazó talajokon következik be.

A második fejezetben a szerzők a szolonyecek altípusait és változatait, valamint ezek elterjedésének földrajzi törvényszerűségeit ismertetik. Bemutatják térképvázlaton a sófelhalmozódás különböző jellegű körzeteit, majd a szolonyecek egyes altípusait külön-külön jellemzik, elsősorban a vizes kivonatok adataiból szerkesztett ságörbék segítségével. Kitérnek a talajokra jellemző növénytakaró leírására is, valamint a terep jellemzésére.

A harmadik fejezetben azokat a tényezőket sorolják fel, melyek a szolonyecek termékenységét csökkentik. E tényezőket két nagy csoportra osztják a fiziológiai szikesség és a fizikai szikesség előidézőkre. Ezen belül részletesen foglalkoznak a különböző növények sótűrő képességével, mind a természetes növénytakaró fajaival, mind a termesztett növények fajaival és fajtáival. Itt tárgyalják a különböző mennyiségű kicserélhető nátriumion hatását a talaj fizikai, kémiai viselkedésére. E fejezet keretében, de szinte önálló részként szerepel a szolonyec-képződés fizikokémiai folyamatainak taglalása, kezdve a mállástól, folytatva a diszperz rendszerek képződésének leírásán, majd pedig a kationadszorbció hatásán át a kolloidok viselkedéséig.

A negyedik fejezetben a szerzők a szolonyec talajok javíthatóságuk szerinti felosztását, valamint az e talajok javítására használható módszereket ismertetik. A javíthatóság eldöntésénél négy szempontot vesznek figyelembe; a talajvíz-viszonyokat, a talaj sótartalmát, a gipsz, a kalciumkarbonát és magnéziumkarbonát előfordulásának mélységét, valamint a szolonyecesség mértékét. Az ezek alapján elkülönített kategóriákat határértékekkel jellemzik. Kitérnek az egyes kategóriák javításának módjaira, úgymint a gipszezésre és a meszezésre.

Külön alfejezetben foglalkoznak a szerzők az „önjavító" módszerek különböző formáival, mint a hőkezeléssel (termikus ugarolással), a feketeföld-terítéssel, a mélyszántással, a füves vetésforgókkal, ezen belül az évelő füvek hatásával.

Részletesen tárgyalják az agrobiológiai módszerek hatékonyságát a közepesen és mélyen oszlopos szolonyecek javítása során, öntözött területeken.

A szöveges részt 105 táblázat teszi teljessé, és 56 ábra — elsősorban sóeloszlási görbe — illusztrálja. Az irodalom felsorolása 327 orosz nyelvű és 112 egyéb, elsősorban angol, de több magyar tanulmányra is kiterjed, melyek a kérdés széles nemzetközi spektrumát átölelik.

DR. STEFANOVITS PÁL

ROMANOV V. V.

Hydrophysics of Bogs

(A láptalajok hidrofizikája)

(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1968. Az orosz nyelvű, 1961-ben Leningrádban kiadott könyv angol fordítása.)

A hat fejezetből álló, 299 oldalas mű részletesen tárgyalja azokat az adatokat, melyeket a Szovjetunióban 10—15 éves kutatómunka keretében gyűjtöttek össze. Nemzetközi jelentősége e munkának azzal támasztható alá, hogy a Föld lápterületeinek mintegy 70%-a a Szovjetunióban található. Hazai vonatkozásban felhasználhatósága inkább elméleti jelentőségű, mert a feldolgozott lápok nagy része mohaláp, míg nálunk a rétlápok az uralkodók.

Az első fejezet: A tőzeglápok és aktív rétegeik felépítése cím alatt tárgyalja az eutróf (síkláp), az oligotróf (felláp) és a mezotróf (átmeneti láp) tőzeglápok tulajdonságait. A tőzegképződés alapjául szolgáló növények ismertetésén túlmenően bemutatja a lápok fejlődésének különböző fázisait, valamint a mikroreliefét. Minthogy a tőzegtalajok esetében a tőzeg feküje semmiképpen sem talajképző kőzet, ezt a szerepet a tőzegnek azon rétegei alkotják, melyek a talajképződés hatására még kevéssé alakultak át. Bevezeti az aktív réteg fogalmát, ami azoknak a szinteknek összefoglaló megnevezése, melyekben az anyag- és energia-átalakulási folyamatok intenzitása a legnagyobb. Ide nemcsak a talajképződés által befolyásolt és átalakított tőzegrétegek tartoznak, hanem — ha ilyen van — a tőzeglápot borító zárt növénytakaró is.

A második fejezet címe: Az aktív réteg, valamint a tőzeglápok vízgazdálkodása. Itt részletesen leírja a tőzegtalajokban található víz különböző formáit, ezek mennyiségét. Különösen figyelemre méltó az a megkülönböztetés, amit az elhalt növényi sejteken belül és kívül tárolt víz vonatkozásában tesz. Foglalkozik a víz talajban való mozgásával, aminek elvi alapját a kapilláris potenciál-értékekben fennálló különbségben látja. Számos szabadföldi és laboratóriumi kísérleti adattal jellemzi a lápok víznyelését és vízáteresztését.

A harmadik fejezet a lápok aktív rétegének hőgazdálkodásával foglalkozik. Az aktív réteg anyagának hővezetőképességét jellemzi mind fagyos, mind fagypont feletti hőmérsékleti állapotban. Jellemzőket közöl a különböző nedvességtartalmú tőzegek hőgazdálkodására is.

A viszonylag rövid negyedik fejezetben a szerző a víz fázisváltozásait és a lápok átfagyását az átfagyott réteg vastagságát tárgyalja.

Az ötödik fejezet a víz fázisváltozásának másik esetével, a gőzhalmazállapotba való átmenetelével, kapcsolatos adatokat értékeli. A természetes viszonyok közt mért párolgás adataival jellemzi a lápok evaporációját. Részletesen ismerteti az e célra szerkesztett műszert, valamint a mérés módszerét. Összehasonlító vizsgálatokat végzett több módszerrel is, és ezek segítségével jellemzi a szél hatását a lápok teljes párologtatására. Különösen értékesek a nagy területekre végzett számítások, melyek a csapadék párolgás útján eltávozott részének értékelésére adnak módot. Ez a fejezet, mely egyben a legterjedelmesebb is, mérnöki módszerekkel és alapossággal tár fel földrajzi jellegű összefüggéseket, melyek a hatodik fejezetben tárgyalt vízgazdálkodási mérlegek számításához elengedhetetlenek. Az évszakonként és évjáratonként végzett értékelések a lápterületek nedvességállapotának, valamint talajvíz járásának megértéséhez segítenek hozzá. Összehasonlítja a lecsapolt és a természetes lápok vízmérlegeit, és ezekből a lecsapolás hatását mutatja be.

Mindezeket a megállapításokat túlnyomórészt saját adatokkal, számos ábrával és táblázattal illusztrálja. Az irodalmi hivatkozások felsorolásában 164 munkát említ meg, melyek közül 146 orosz nyelvű, 18 angol és német forrásmunka. Így e mű elsősorban a szovjet szakirodalom alapos áttekintését és adatainak szintézisét adja.

DR. STEFANOVITS PÁL

SKOROPANOV S. G.

Reclamation and Cultivation of Peat-Bog Soils

(Tőzegláptalajok telkesítése és művelése)

(Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem 1968. Az orosz nyelvű, 1961-ben Minszkben kiadott könyv angol fordítása.)

A szerző kifejtve a láptalajok hasznosításának fontosságát, e 234 oldalas könyvében tárgyalja a túlnyomórészt a Szovjetunió, különösen pedig Belorusszia és Ukrajna területén hosszú éveken keresztül felhalmozódott ismeretanyagot.

A tíz fejezet közül az elsőben a kérdés történeti alakulását vázolja, a Kínában, valamint a rómaiak által épített első ősi lecsapoló rendszereken kezdve. A továbbiakban a lápterületek telkesítésének orosz, majd szovjet irodalmát tekinti át, de nem hiányoznak a nyugat-európai hivatkozások sem.

A második fejezetben a tőzeges és a tőzegláp talajok képződését írja le, majd ezek változatainak kémiai és fizikai jellemzőit ismerteti. Kiterjedten közli a tápanyagtartalmakra, a kémhatásra, az adszorbciós viszonyokra, valamint a fizikai, úgymint porozitási, hőgazdálkodási és a biológiai sajátságokra jellemző adatokat.

A harmadik fejezet a láptalajok lecsapolásának és öntözésének eredményességét mutatja be, tárgyalva mind a nyílt, mind a zárt lecsapoló- és öntözőcsatornák előnyeit és hátrányait.

A negyedik fejezetben a tőzeg telkesítésével kapcsolatos teendőket tárgyalja a szerző, a zsombékos területek elegyengetéséről, a láperdők rónázásáról, valamint a láptalajok műveléséről szerzett adatokat ismertetve. Részletesen tárgyalja a különböző mélységben és módon végzett szántás hatását a termesztett növények termésére, valamint az egyes kultúrák befolyását a tőzegtalaj tulajdonságainak és hasznosíthatóságának további alakulására.

Az ötödik fejezet a trágyázásról szól. A tenyészedényekben és kisparcellákon folytatott trágyamegválasztási és adag-kísérletek eredményeit mutatja be nagy részletességgel. Röviden foglalkozik az e talajokon különösen jelentős és hatékony baktérium-trágyák hatásával is.

A hatodik fejezet növénytermesztési kérdésekkel foglalkozik, éspedig a különböző egynyári és évelő kultúrák hatásával. Taglalja ezek hatását a láptalajok tápanyagforgalmára, szervesanyag mérlegére, valamint a talajok fizikai tulajdonságaira. Külön kitér a növények biokémiai aktivitására és az ennek hatására bekövetkező változásokra a talajok aktuális termékenységében. Mindezeket a következtetéseket sokéves tartamkísérletek adataival támasztja alá.

A hetedik fejezet a művelésbe vont lápterületeken bekövetkező változásokkal foglalkozik, a lápok zsugorodásával, a felszín süllyedésével és a folyamatoknak a termékenységben mutatkozó hatásával.

A nyolcadik fejezet a láptalajok hasznosításának elvi alapjait adja. Kitér a megfelelő vetésforgók és a termeszthető növények bemutatására, és véleményt mond a legeredményesebben termeszthető, de egyben a talaj alakulására is kedvező hatást gyakorló növényekről.

A kilencedik fejezet a talajművelés kérdéseit tárgyalja a vetésforgók keretén belül. Adatokkal tárja fel az egyes talajművelő eszközök talajra gyakorolt hatását, valamint befolyását a következő évi termény hozamára. Ugyanitt tárgyalja röviden a vegyszeres gyomirtószerek hatékonyságát és speciális viselkedését a láptalajokon.

A tizedik fejezet a gazdaságosság kérdéseit foglalja össze. A szerző a láptalajok telkesítését mint az egyes tájakon termelhető érték növelésének eszközét mutatja be. Több kolhoz eredményét mutatja be annak igazolására, hogy a lápok telkesítése és hasznosítása nemcsak üzemi, hanem népgazdasági érdek is, különösen olyan területeken, mint Belorusszia, ahol 2,9 millió hektár a lápterület. Megállapítja, hogy a lápok telkesítése a szervesanyag fokozatos humifikációját és mineralizációját vonja maga után, ami a 46 év alatt 4—5 t/ha értékű volt a vizsgált területen. Felhívja a figyelmet arra, hogy önmagában a lápok telkesítése még nem elegendő a termékenység növeléséhez, hanem csak a modern mezőgazdaság kereteiben, melyben az agrotechnikai eszközök egymással összhangban és teljes skálával kerülnek alkalmazásra, érhető el az eddiginél 50—100%-kal nagyobb termés.

Az irodalmi források száma 482, melyből orosz nyelvű 438 és az ezideig megjelent orosz nyelvű szakirodalomnak teljes felsorolása. A szöveges részt 172 táblázat és 44 ábra kíséri.

DR. STEFANOVITS PÁL

NÉVMUTATÓ

Ádám Antal 385
Alpár Gyula 81

Bacsó Nándor 377
Balogh Kálmán 337
Barlai Zoltán 56
Barta György 60, 91, 209, 237, 333, 357
Bárdossy György 97, 303
Bendefy László 175
Benkőné, Czabalay Lenke 137
Béll Béla 63, 315
Boldizsár Tibor 119, 180

Enyedi György 311, 317

Földváriné, Vogl Mária 419
Fülöp József 23, 365

Góczán László 440
Gyulay Zoltán 245

Harsányi Eszter 439
Hazay István 23, 353

Juhász József 369

Kertai György 64
Kézdi Árpád 438
Kisvarsányi Géza 251
Kőrössy László 65

Le-Minh Triet 227
Lévárdi Ferenc 381

Marosi Sándor 179
Majzon László 257
Mártonné, Szalay Emőke 143

Nagy Lászlóné 153

Orbán Aladár 81

Pantó Gábor 159, 207, 217, 361
Pantó György 263, 437
Pécsi Márton 311, 319
Póka Teréz 329

Radó Sándor 373
Rétvári László 340
Rónai András 180, 427

Schmieder Antal 71
Stefanovits Pál 439, 441, 442, 443
Stegena Lajos 219, 221, 334, 335
Szádeczky-Kardoss Elemér 1, 23, 47, 51, 169, 183, 185, 197, 343, 431
Székyné, Fux Vilma 173
Széles Margit 339
Szilárd Jenő 323
Szolnoki János 283
Sztrókay Kálmán Imre 432, 433

Tárczy-Hornoch Antal 69, 325
Tomschey Ottó 437

Vadász Elemér 334, 336, 435

Willems Tibor 71

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója — Műszaki szerkesztő: Merkly László
A kézirat nyomdába érkezett: 1970. II. 20. — Terjedelem: 9,1 (A/5) ív,
70.69171 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

Ára: 20,— Ft

TARTALOMJEGYZÉK

A MTA 1969. ÉVI KÖZGYŰLÉSÉNEK OSZTÁLYÜLÉSI ANYAGA

Szádeczky-Kardoss Elemér: A MTA X. Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya osztálytitkári beszámolója 343

TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGI BESZÁMOLÓK

Hazay István: A Geodéziai Tudományos Bizottság beszámolója 353
Barta György: A Geofizikai Tudományos Bizottság beszámolója 357
Pantó Gábor: A Geokémiai Tudományos Bizottság beszámolója 361
Fülöp József: A Földtani Tudományos Bizottság beszámolója 365
Juhász József: A Kőolaj-Földgáz és Vízbányászati Tudományos Bizottság beszámolója 369
Radó Sándor: A Földrajzi Tudományos Bizottság beszámolója 373
Bacsó Nándor: A Meteorológiai Tudományos Bizottság beszámolója 377
Lévárdi Ferenc: A Bányászati Tudományos Bizottság beszámolója 381

TUDOMÁNYOS ÉRTEKEZÉS, HELYZETKÉP

Ádám Antal: A földi elektromágneses tér szerepe a Föld belső szerkezetének kutatásában 385
Földváriné, Vogl Mária: Helyzetkép a hazai ritkaelem-kutatás szervezéséről és a munka állásáról 419

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓ

Rónai András: Jelentés az INQUA 1969. aug. 30.—szept. 5. között tartott párizsi kongresszusáról 427

KÖNYVSZEMLE

Szádeczky-Kardos Elemér: Koch S.—Sztrókay K.: Ásványtan 431
Sztrókay Kálmán Imre: Ramdohr P.—Strunz H.: Klockman's Lehrbuch der Mineralogie 432
Sztrókay Kálmán Imre: Kostov I.: Mineralogy 433
Vadász Elemér: Bendefy L.—V. Nagy I.: A Balaton évszázados partvonalváltozásai 435
Vadász Elemér: Trunkó L.: Geologie von Ungarn 435
Tomschey Ottó: Zalesszkij B. V.: Physical and Mechanical Properties of Rocks 437
Pantó György: Vlasov K. A.: Geochemistry and Mineralogy of Rare-elements and Genetic Types of their Deposits 437
Kézdi Árpád: Bondarik G. K.: Dynamic and Static Sounding of Soils in Engineering Geology 438
Harsányi Eszter: Vilenszkij D. G.: The Russian School of Soil, Cartography and its Influence on the Soil Cartography of the World 439
Stefanovits Pál: Lobova E. V.: Soils of the Desert Zone of the USSR 439
Góczán László: Al'Benskii A. V.—Nikitin P. D.: Handbook of Afforestation and Soil Melioration 440
Stefanovits Pál: Tyurin I. V.—Antipov-Karataev I. N.—Csiszevszkij M. G.: Reclamation of Solonetz Soils in the USSR 441
Stefanovits Pál: Romanov V. V.: Hydrophysics of Bogs 442
Stefanovits Pál: Skoropanov S. G.: Reclamation and Cultivation of Peat-Bog Soils 443

Megjelent 1970. V. hó 30.-án Index: 26.510