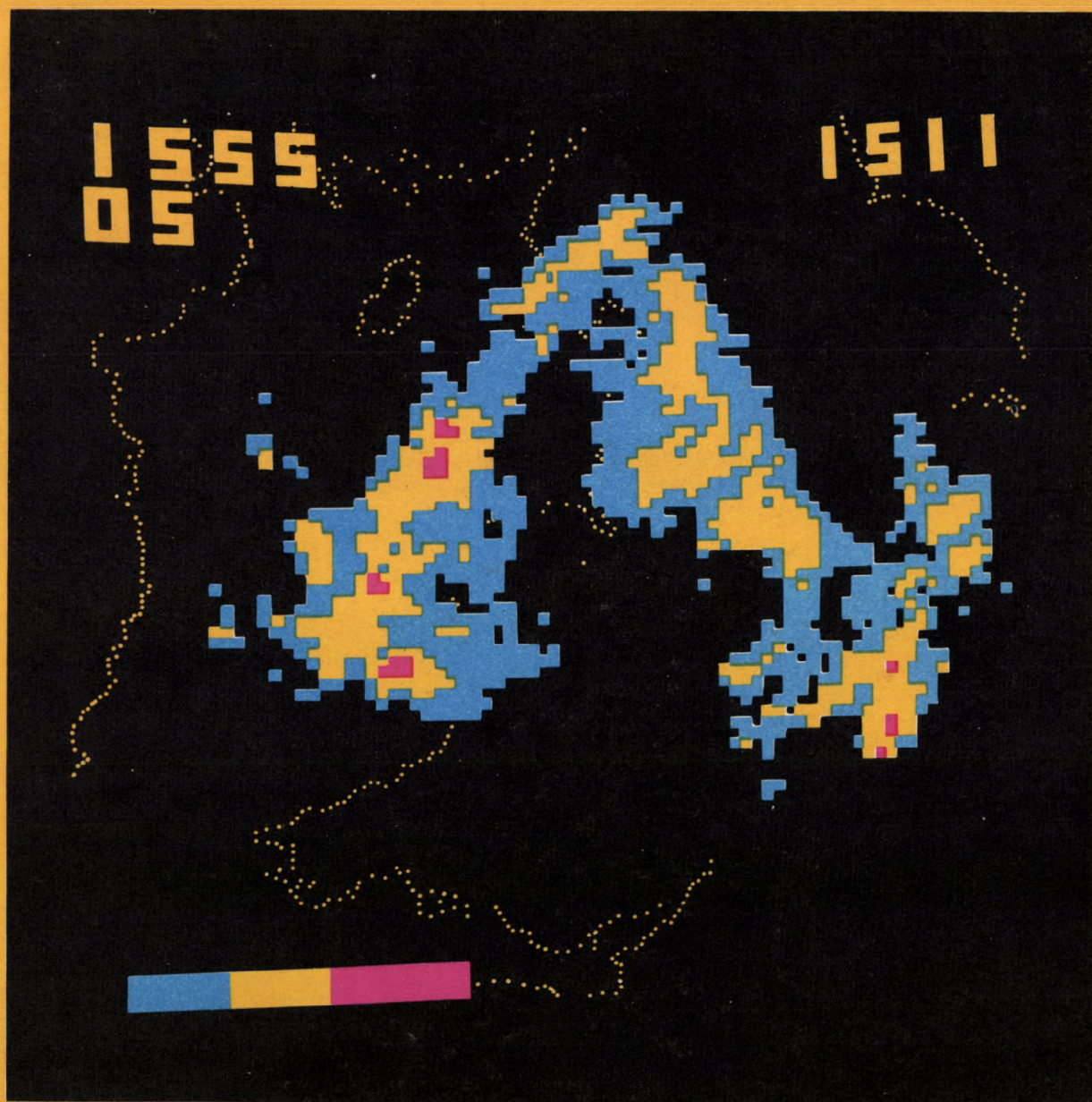


LÉGKÖR

XXIII. évfolyam

1979. 1 - 2. szám



LÉGKÖR

XXIV. évf.

1. - 2. szám

Megjelenik negyedévenként

A kiadásért és szerkesztésért felel:

Dr. Czelnai Rudolf
akadémikus, az OMSZ elnöke



Technikai szerkesztő:
Dr. Csomor Mihály



Szerkesztő Bizottság:

Bóna Márta
Bozó Pál
Dunay Sándor
Kapovits Albert
Dr. Kozma Ferencné
Mezősi Miklós
Dr. Rákóczi Ferencné
Dr. Szabó Emilné
Dr. Zách Alfréd



Grafika és Tipográfia

Máthé Gyuláné
Lífká Mihályné
Kádiné Honyák Ágnes

ISSN 0133-3666

Készült:

Az Országos Meteorológiai Szolgálat
Házinyomdájában
1350 példányban
Msz: 79.413.

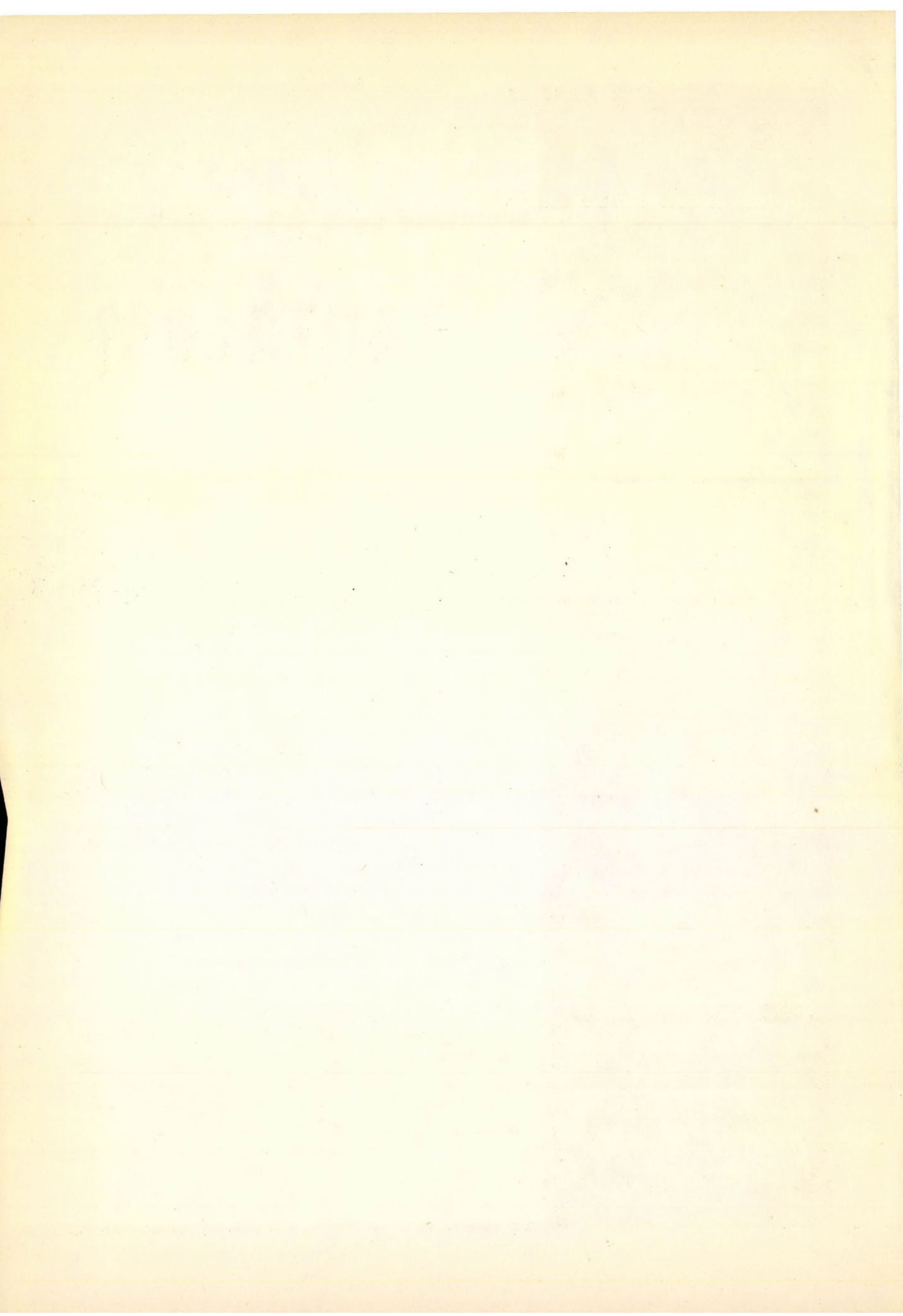
AZ
ORSZÁGOS
METEOROLÓGIAI
SZOLGÁLAT
SZAKMAI
TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

A címlapon:

**RADARRAL MÉRT
CSAPADÉKZÓNA
INTENZITÁS SZERINTI ELOSZLÁSA
DÉLNYUGAT-ANGLIA FELETT
SZINES TELEVÍZIÓS ERNYŐN**

Szerk.biz.: Beköszöntő	1
Dr.Zách A.: Emlékezés Dr.Róna Zsigmondra	2
Dr.Czelnai R.: A levegőtisztaság védelme	4
Dr.Simon A.: A meteorológiai állomás szerepe a Paksi Atomerőmű környezetvédelmi rendszerében	10
Vadkerti F. - Németh L.: Rendkívüli lehűlések Magyarországon	15
Dr.Ambrózy P. - Szakács Gy-né: A téli középhőmérséklet és a hótakaró kapcsolatáról	15
Dr.Zách A.: In memoriam Dr.Aujeszký László	18
Kapovits A.:Csapadékmérés, csapadékmennyiség területi meghatározása	20
Dr.Szabó Emilné: Kislexikon	23
Demeter É. - Bozóki I.: Instabilitási vonalak júliusban	24
Szalma J-né: Az időjárás szélsőségei Magyarországon 1978.	26
Kozák B. - Dr.Wirth E.: Jégesőelhárítás hazánkban	28
Dr.Szabó E-né - Szentimrei B-né: Nyugalomba vonult Micheller István, Nagy Árpád	33
Éghajlati Tájékoztató Budapesten	34
Éghajlati Tájékoztató Osztály, Agrometeorológiai Előrejelző Osztály: Magyarország időjárása 1978. decembertől 1979. februárig	36



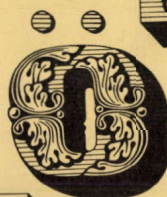
Megváltozott külalakban vesszük kezükbe kedves Olvasóink a LÉGKÖR c. szakmai tájékoztatónkat, amely 1979-ben már a XXIV. évfolyamába lépett. Az első megjelenése óta eltelt bő két évtizedben - bátran mondhatjuk - fejlődése töretlen volt, s híven szolgáltta azt a célt, amit kitűztünk eléje: a szakmai ismeretterjesztést, a meteorológia népszerűsítését, Munkatársaink ismereteinek bővítését. Ez marad a LÉGKÖR feladata továbbra is, de úgy, hogy változatosabb, olvasmányosabb cikkeivel még színebb legyen, s olvasóit rendszeresen tájékoztassa szakmánk hazai és külföldi eseményeiről is a most induló „Hazai és nemzetközi irodalom szemléje” c. rovatban. A LÉGKÖR változatlanul negyedévenként jelenik meg, Házi Nyomdánk igényes előállításában. Közeli terveinkben szerepel - elegendő tapasztalat birtoká-

ban - a nagyobb nyilvánosságra hozatal, nevezetesen az utcai árusítás is, de Munkatársaink természetesen továbbra is díjmentesen kapják a lapot.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat komoly anyagi áldozatot vállal annak érdekében, hogy a LÉGKÖR jobb minőségű papíron, tetszetősebb nyomdatechnikával, színes ábrákkal jelentesse meg a lapot. A szerkesztőbizottság pedig gondosan ügyel a változatos tartalomra és a cikkek megfelelő minőségére. Szeretnénk a lap olvasóit tájékoztatni az Országos Meteorológiai Szolgálatnál, s annak három (Központi Meteorológiai,

mérési módszerekről stb.

Évi tematikánkban szerepel számos élménybeszámoló, amelyek a Szolgálat dolgozóinak külföldi tanulmányújtairól ill. expedícióban való részvételről szólnak. Be-



Ismertetni szeretnénk a Szolgálat nyújtotta éghajlati tájékoztatás népgazdasági jelentőségét. Beszámolókat közlünk a mesterséges holdak készítette felhőfényképezés hazai vételének történetéről, valamint a műholdakról végzett hőmérséklet-szondázásról is. Cikket tervezünk a széndioxid üvegházhatásának a léghőmérsékletváltozásra gyakorolt hatásáról a földtörténet során.

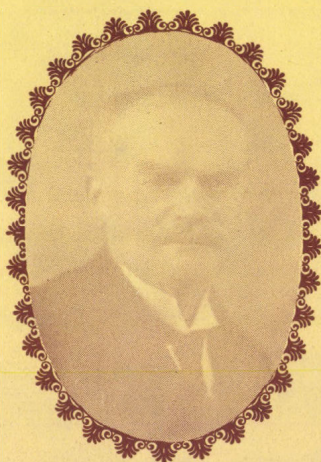
számolunk a Meteorológiai Világnap eseményeiről. Egy-egy rendkívüli időjárás esemény leírását tervezzük, részletesen elemezve a jelenség kialakulásának körülményeit, valamint az okozott károkat is. Rendszeresen tájékoztatjuk Olvasóinkat a környezetvédelemben elért eredményekről és az ezzel kapcsolatos feladatokról. Cikkeket tervezünk a legújabb agrometeorológiai kutatásokról, amelyekben külön-külön ismertetjük a fagyvédelem, a növényvédelem és a műtrágyázással kapcsolatos eredményekről, valamint 5 zöldségféle konzervipari feldolgozásának meteorológiai feltételeit.

A Szerkesztő Bizottság munkáját segítik Munkatársaink, ha javasataikkal, kéréseikkel továbbra is bizalommal fordulnak hozzánk. Változatlanul igényeljük tudósításaikat, fényképeiket egy-egy rendkívüli időjárás esemény illusztrációjaként. Reméljük, hogy olvasóink tetszésével találkozunk a most bevezetett változtatás, s továbbra is érdeklődéssel olvassák közleményeinket.

Szerkesztő Bizottság

Központi Előrejelző és Központi Légekfizikai) Intézetében folyó munkákról, operatív- és kutató tevékenységről, a Meteorológiai Szolgálatok együttműködéséről, újabb műszerekről és

EMLEKEZÉS



A

Magyar Meteorológiai Társaság egyik alapító tagja és másfél évtizeden keresztül első elnöke, egyúttal az IDŐJÁRÁS szerkesztője, majd a Társaság tiszteleti tagja. A magyar meteorológia és éghajlatkutatás egyik legkiválóbb egyénisége. A magyar meteorológiai tudományos irodalom megalapítója. Számos értekezése jelent meg magyar és külföldi szakfolyóiratokban. Legjelentősebb munkái: A légnyomás a magyar birodalomban (1897). A hőmérséklet évi menete Magyarországon (1900), Magyarország hőmérsékleti viszonyai (Franunhoffer Lajossal 1904) Éghajlat I - II (1907, 1909). Ez utóbbi

DR. RÓNA ZSIGMOND

1860-ban a Felvidéken született és
1941-ben halt meg.
Az Országos Meteorológiai
és
Földmágnességi Intézetnek
15 éven át igazgatója
(1912-1927).

hazánknak első teljes éghajlati leírása. Oknyomozóan tárta fel hazánk éghajlatát. Megállapításainak nagy része még ma is helytálló.

Róna Zsigmond rendkívül szerény, puritán és önzetlen egyéniség volt. Egyetlen cikkéért sem fogadott el tiszteletdíjat és a szerkesztésért járó honoráriumot is a Társaságnak adta. Mint a Társaság elnöke főképpen az új nemzedék nevelésével és szakmai irányításával foglalkozott.

Emlékét őrzi a
Magyar Meteorológiai Társaság
„RÓNA ZSIGMOND IFJUSÁGI
KÖRE”.

1978. év elején Dr. Róna Zsigmond leánya, Szabó Józsefné (Róna Rózsa) ny. tanárnő, azzal fordult a Magyar Meteorológiai Társaság elnökségéhez, hogy édesapja emlékére alapítványt tesz fiatal, kezdő meteorológusok támogatására. Az alapítvány aláírására 1978. december 20-án került sor.

A Róna Zsigmond alapítvány szabályzata

SZABÓ JÓZSEFNÉ RÓNA RÓZSA

budapesti lakos
(lakik Budapest, XII., Böszörményi u.19/a. félemelet 10.)
mint alapítványt tevő

100.000.-Ft
azaz: Egyszázezer forint

összegű alapítványt egyszeri szolgáltatásként, véglegesen, a
következő feltételek mellett biztosítom:

a

Az alapítvány elnevezése - néhai Dr. Róna Zsigmond, az Országos Meteorológiai Intézet hosszú időn át volt igazgatója és a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke, tiszteleti tagja emlékére - **RÓNA ZSIGMOND ALAPÍTVÁNY.**

b

Az alapítvány az Országos Takarékpénztárnál, tartósan leköötött - évi 6 %-kal kamatozó-takarékbetétként kezelendő. Takarékbetét formájában az alapítvány aláírása és a felügyelő szerv jóváhagyása napjával a Magyar Meteorológiai Társaság tulajdonába kerül, amely egyúttal ezen szabályzatban rögzített feltételek között kezeli.

c

Az alapítvány évi kamataiból arra érdemes pályakezdő meteorológus (meteorológusok) részesülhet (részesülhetnek) évenként átadandó jutalom formájában.

d

A jutalom odaitélésére az Elnökség javaslata és a Választmány döntése alapján kerül sor évente egy alkalommal.

e

Az alapítványból jutalmazhatók a Társaság tudományos tevékenységét

- aktív irodalmi, előadói munkával
 - a tudományos program szervezésével
 - tudományos társadalmi tevékenységgel
- elősegítő pályakezdő fiatal meteorológusok.

f

A jutalom indokolt esetben kettéosztva is kiadható.

g

A magyar Meteorológiai Társaság esetleges megszűnése esetén az alapítvány ennek jogutódjára száll, s ha ilyen nem lenne, az Országos Meteorológiai Szolgálat (vagy annak jogutódja) tulajdonába és kezelésébe kerül, azzal a megkötéssel, hogy az alapítvány kamatai az a/ — f/ pontok megtartásával eredeti célkitűzéssel kerüljenek kiadásra.

Budapest, 1978. december 20.

Alapítvány tevő:

Szabó Józsefné sk.

1126. Böszörményi út 19/a. félemelet 10.



A magyar Meteorológiai Társaság elnöksége, Választmánya és tagsága hálás szívvel gondol Róna Zsigmondra, egykori elnökére, tiszteleti tagjára és az alapítványtevőre, Szabó Józsefné Róna Rózsára.

Reméljük, hogy azok a fiatal, pályakezdő meteorológusok akik ez alapítványban részesülnek, méltók lesznek a nagy elődök.

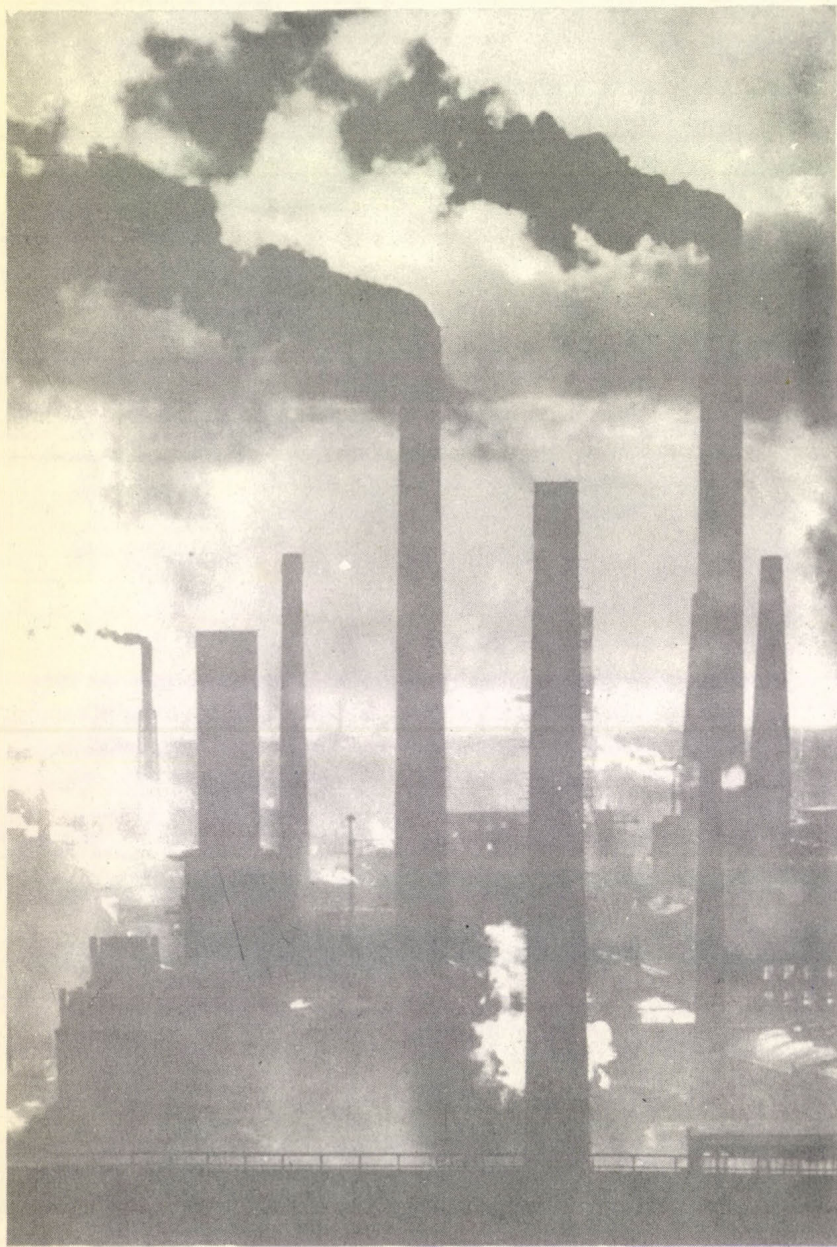
Dr. Zách Alfréd

A LEVEGŐTISZT

A környezetvédelem komplex feladat, amely magában foglalja a föld, a víz, a levegő, az élővilág, a táj és a települési környezet védelmét. E komplex feladaton belül minden részfeladat kapcsolódik egymáshoz.

A levegőtisztaság védelme tehát nem választható el a környezet más közege-

inek és alrendszereinek védelmétől. Egyrészt azért, mert a légkör és a többi környezeti rendszer már eleve kölcsönhatásban van egymással, másrészt, mert a védelmi feladatok a társadalmi-gazdasági összefüggések miatt, ugyancsak egységes és összehangolt irányítást igényelnek.



A légszennyezés a légköri mozgások és ezzel kapcsolatos szállítási folyamatok következtében lényegesen súlyosbítja a vizek, a talajok, a növényzet és az emberi települések szennyeződéseit. A talaj károsodásai (erózió) viszont hozzájárulnak a levegő szennyeződéséhez; másrészt az élővilág anyagcseréje, továbbá a vizekben és a talajban lezajló biológiai és kémiai folyamatok megszemenő hatásokat gyakorolnak a légkör összetételére.

A levegőszennyezés problémája az emberiség történetében nem új. Már az ókori és középkori irodalomban megtaláljuk annak jeleit, hogy a nagyobb népsűrűségű városokban az emberek a levegő szennyezése pontosabban különféle szagok és bűzök által sokféle kellemetlenséget okoztak egymásnak. Igaz viszont, hogy tömeges szennyezés először csak a századfordulón mutatkozott. Ekkor erre új szó született Londonban, a „smog”, az angol „füst” (smoke) és „köd” (fog) szavak összevonásából. Az első igazán drámai esemény, amely általános megdöbbenést váltott ki, 1930-ban történt: Belgiumban, a Meuse folyó völgyében, ahol egy öt napos smog hatására 63 ember meghalt! Az amerikai Pittsburgh városában ekkoriban ugyan már nappal is lámpa kellett a sűrű füstköd miatt, de erre a „kényelmetlenségre” az iparosodás lázában kevésbé figyeltek.

1940-táján újfajta smog jelent meg, amelyet Los Angeles típusú smog néven tartanak számon, de szakszerűen *foto-kémiai füstködnek* is neveznek. A gépkocsik kipufogógázai az ott gyakori, stagnáló magasnyomású légköri helyzetekben magas koncentrációt értek el, s ezekből az erős napsütés hatására 0,1-0,3 μm átmérőjű részecskék jöttek létre. Ezek tejfehér felhői néha napokig lebegtek a város fölött, eltüntették a környező hegyeket, szembántalmakat okoztak, stb. Egyébként ez a probléma Los Angelesben máig megoldatlan.

Sajnos a jelek szerint évről-évre gyakrabban mutatkozik ez a jelenség a Balaton körül is, ahol a feltételek közül a „sok napsütés” általában megvan.

1949-ben a 12 ezer lélekszámú pennsylvániai *Donora* városkában néhány napos smog hatására a lakosok 40 %-a második napra megbetegedett, harmadnapra pedig *huszan* meghaltak!

De *London* mindezekén túltett: 1950-ben egy hírhedt smog 4000 embert ölt meg. Ez már pánikot keltett, és a politikusok figyelmét is magára vonta. Sokan drákói intézkedéseket követeltek. Megmozdult a tudományos közösség is. Végre módszeresen hozzáláttak a kérdések feltárásához. A következő kérdéseket tették fel:

1. Milyen forrásokból, milyen szennyezések jutnak a légkörbe?
2. Hogyan terjednek ezek a légkörben és mi történik velük?
3. Milyen következményekkel járnak?
4. Hogyan lehet ellenük védekezni?

Az alábbiakban ezt a négy kérdést vesszük sorra:

1.

A levegőszennyezés forrásai és fajtái

a.

Tüzelőanyagok (szén, olaj) elégetéséből származó szennyeződések (Ez a „londoni smog” típusa);

b.

Gépkocsik okozta szennyezések (fotokémiai smog);

c.

Mérgező, egészségre és növényzetre, stb. káros anyagok ipari kibocsátása;

d.

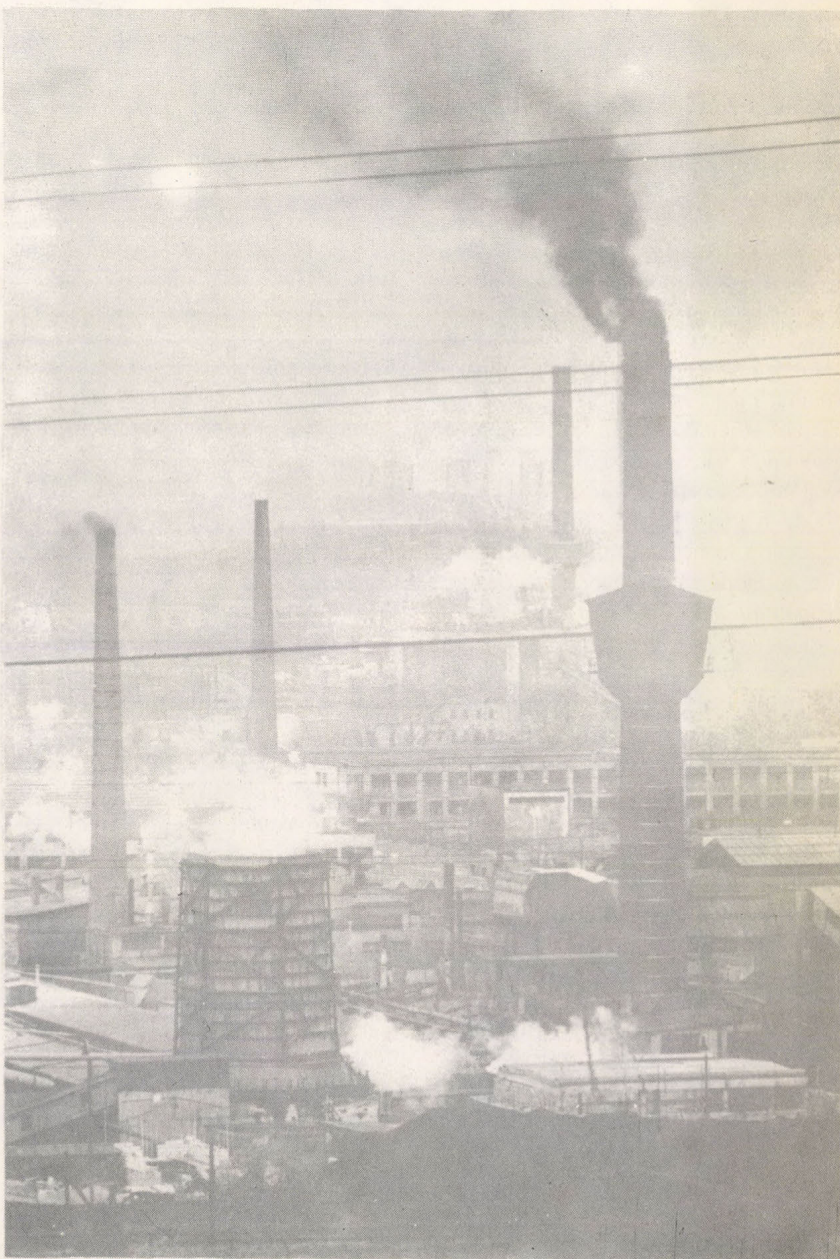
Felszíni eredetű porszennyezés, amely annyiban antropogén eredetű, hogy mezőgazdasági művelés vagy egyéb felszíni beavatkozás (pl. építés) folytán a talajt megbontják, s így a szél hatásának való kitettsége fokozódik.

Maguk a szennyező anyagok, amelyek a felsorolt típusú forrásokból származnak igen sokfélék lehetnek. A leg-

fontosabbak: a kéndioxid, a por, a szénhidrogének, a fotokémiai eredetű oxidáló anyagok, a szénmonoxid, az azbeszt, a berillium, ólom, higany, és egyéb nehézfémek.

A kéndioxid szennyezés legnagyobb-részt a tüzelőanyagok elégetéséből származik. A szén kéntartalma igen

változó: Nyugat-Európa jobb szeneiben 1 %, az USA-ban viszont 3-7 %. A közeli olaj 4 % ként tartalmaz, az újonnan feltárt Északi-tengeri, indonéziai, malájföldi (Brunei) és alaskai olajok viszont 1 %-nál is kevesebbet. 1000 kg 3 % kéntartalmú tüzelőanyag elégetése kb. 60 kg SO_2 -t eredményez



(ui. a kén atomsúlya 32, az oxigéné pedig 16, tehát minden kémmennyiséghez ugyanannyi tömegű oxigén csatlakozik). Amint a kéndioxid a kémményből kijön, azonnal tovább oxidálódik, majd különféle szulfátokat alkot. Ezek nagyon apró részecskék, amelyek igen jól lebegnek, ezért a légkörben nagy utakat képesek megtenni. Ezért volt érdekes pl. az a vizsgálat, amelyet a szovjet expedíciókban részt vevő magyar kutatók a Csendes-óceán déli részén és az Antarktiszon végeztek, a viszonylag „tisztá levegőben” található szulfát-részecskék eloszlásának meghatározása céljából.

A kéndioxidot és a belőle keletkező szulfátokat az eső a levegőből kimosza: savas eső esik. Ennek eredményeképpen a felszíni vizek és a talajok savassága nő.

Rendkívül érdekes a szulfát-részecske szennyeződés évi menete. Nálunk pl. a szulfátok keletkezéséhez kiindulási alapot adó kéndioxid szennyezés *télen* a legnagyobb, nyilvánvaló összefüggésben a fűtéssel. Ámde az egészségi károsodások szempontjából jelentősebb szulfát-részecske szennyeződés maximuma mégis *nyáron* észlelhető, mivel a szulfátkeletkezésben közrejátszó fotokémiai folyamatokhoz nyáron sokkal több a napsütés. Még érdekesebb, hogy a csapadék szulfát tartalma tavasszal a legnagyobb. *Mészáros Ernő* és munkatársainak hipotézise szerint ebben az játszik szerepet, hogy tavasszal az erősebb keveredési folyamatok miatt a troposzférában több az ózon, az pedig vizes oldatban (tehát pl. csapadékban) felgyorsítja az SO_2 szulfátokká alakulását.

Az emberi egészségre, légutakra és a tüdőre az SO_2 , a szulfát részecskék és a kénsavcseppek külön-külön és együttesen igen károsak. Az 1950-es londoni smog tömeges haláleseteit is ezek okozták. Ezért a kéndioxid-szennyezést kell tekintenünk a legnagyobb légszennyezési problémának. Az előfordult egyik legmagasabb SO_2 koncentrációt Londonban mérték 1962 decemberében. Ekkor néhány órán át $4000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ volt a koncentráció. A londoni téli átlag ennek tizede volt. Magyarországon a megengedett SO_2 terhelés az un. „védtett” területeken $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, az ipari területeken pedig $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Budapesten, 1974-ben az SO_2 terhelés 25 napon haladta meg az

$500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ szintet és 178 (!) napon a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ szintet. A „tisztá” levegőjű vidék (Kecskemét-Komlói telep) háttérszennyezése átlagosan $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ volt, $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maximális értékkel. Megjegyzendő, hogy a fotokémiai folyamatok nagyobb nyári intenzitására való tekintettel esetleg célszerű volna a nyári félévre szigorúbb SO_2 normákat előírni.

A *szilárd részecske* szennyezés igen sokféle lehet: szénpor, pernye, felapított talaj, pollen rovartetemek, (szárnyak), toxikus fémek, azbeszt fonalak, cementpor, mezőgazdasági terménykezelés melléktermékei, a gépkocsi kerekei által létrehozott kopástermékek, stb. E szilárd szennyeződések egy része a légkörben keletkezik, pl. fotokémiai úton (nitrátok, szulfátok). A szilárd szennyeződések nagyságuk szerint két osztályba soroljuk:

Az *ülepődő por* azoknak az $5-10 \mu\text{m}$ -nél nagyobb (vagy sokkal nagyobb) méretű részecskéknek osztálya, amelyek a légkörből hamarosan kihullanak. Hatásuk az, hogy mindent bekoszolnak. Lélektani hatásuk igen nagy. Tetemes anyagi kárt okoznak, ezért figyelmet kell rájuk fordítani. Ez a szennyezés egyszerű porgyűjtő edényekkel mérhető.

A *lebegő por* az $5-10 \mu\text{m}$ -nél kisebb részecskék osztálya. Ezek a légköri turbulencia révén könnyen a magasba emelkednek és sokáig lebegnek. Az $1 \mu\text{m}$ -nél kisebb részecskék légköri tartózkodási ideje igen hosszú lehet. Ezeket a részecskéket csak *szűrőssel* lehet mérni. (Tipikus sűrűség pl. $10-400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.)

Az $5-10 \mu\text{m}$ -es részecskék már a légzőutak felső részében lecsapódnak és onnan természetes úton kitisztulhatnak. Az apróbb részecskék mélyebbre jutnak, s részben a tüdőben rakódnak le, ahonnan az eltávolításuk alig lehetséges és ezért aránytalanul nagy egészségi károsodásokat okozhatnak. Érdekes tény, hogy a tüdő a természetes úton keletkező porszennyezést tudja a legjobban leküzdeni, a mesterséges eredetű (fotokémiai nitrát, szulfát, stb.) szennyeződések ellen viszont szinte védtelen. A legtöbb tüdőbántalmat a fotokémiai smogokban keletkező $0,1-0,3 \mu\text{m}$ -es részecskék okozzák.

Fontos megjegyezni, hogy a közúti forgalom egyik hatásaként az utakra kerülő por többször is ismételtlen visz-

szajut a légkörbe. Annak a pornak jelentős része, amellyel ez a folyamat elkezdődik *talajerózió* révén kerül az utakra. A talajerózió viszont Magyarországon igen jelentős tényező, mert kedvező hozzá az ország éghajlata, a talajok minősége és az a tény, hogy az ország területének igen nagy hányada áll mezőgazdasági művelés alatt. E tényeknek tulajdonítható, hogy az ország középső részén a porszennyezés maximuma még 1 km magasságban is éppen *nyáron* tapasztalható!

Városainkban természetesen érezteti hatását az, hogy a fűtés 40-50 %-a szilárd tüzelőanyagok égetésén alapszik. Az így keletkező korom és pernye a téli évszakban nagyon jelentős mennyiségű.

A szilárd szennyeződések veszélyességét tovább növeli az a körülmény, hogy bizonyos mérgező anyagok a lebegő részecskék felületére tapadva kerülnek be a szervezetbe. E téren azonban még igen sok folyamat feltáratlan. A gépkocsi forgalom, pontosabban a belső égésű motorok kipufogó gázai jelentős mennyiségű, csak részben elégetett szénhidrogént tartalmaznak. Emellett a motorban fellépő magas hőmérsékleten a felhasznált levegő oxigénje és nitrogénje részben nitrogén-oxidokká egyesül. A szabadba kijutó szénhidrogének és nitrogén-oxidok a napfény fokotermiai hatására további reakciókba lépnek és különféle oxidáló anyagok (ózon, stb.) jönnek létre.

A benzinmotorok jellegzetes terméke a szénmonoxid. Ez is az elégtelen égés következménye. A hagyományos benzinmotorokba nem juthat több levegő, mint amennyi az optimális teljesítményhez szükséges. Ez viszont kevés a benzin teljes elégetéséhez. Így ezek a motorok rengeteg CO-t termelnek. A CO veszélyes mérge, de az a kritikus koncentráció, amely az egészségre igazán káros lehet, szabad levegőn nem egykönnyen jön létre. Ezért a CO még mindig sokkal kisebb probléma, mint az SO_2 vagy a szilárd szennyeződés. Persze a gépkocsiforgalom egyáltalán nem ártatlan. Egyetlen gépkocsi 1000 km-en annyi oxigént fogyaszt, mint egy ember egy év alatt, és egy gépkocsi egy év alatt összesen 1 tonna szennyet (port, stb.) produkál. Hozzátehetjük, hogy a hazai gépjármű állomány emissziós paraméterei igen kedvezőtlenek. Gépjárműveink jelentős része 3-5-

szőr több szennyező anyagot termel, mint amennyi egy korszerű és jól be-szabályozott jármű esetében megengedhető.

A különféle toxikus anyagok *ipari* kibocsátásával itt nem foglalkozhatunk. Ez egy nagyon szerteágazó probléma-kör. Azt kell csak kiemelnünk, hogy a különféle *nehézfémek* (berillium, ólom, higany, stb.) a közvetlen mérgező hatásokon túlmenően azért is veszélyesek, mert víz- és élelmiszerszennye-zők is, és az *élő szervezetben koncent-rálódnak*.

Néha a levegőszennyező anyagok kö-zött tárgyalják a *széndioxidot*. Ez vol-taképpen helytelen. A CO_2 a levegő természetes összetevője, bár igaz, hogy mennyisége a századforduló óta 290 ppm-ről kb. 320 ppm-re nőtt, és jelen-legi gyarapodásának üteme évente 1 ppm. Ezt a növekedést a fosszilis tüze-lőanyagok tömeges elégetésének tulaj-donítják.

2.

A szennyezőanyagok légköri terjedése

A levegőszennyezés problematikája legalább egy vonatkozásban teljesen eltér a többi környezeti alrendszer szennyeződési problémáitól. Ez az el-térés a légköri mozgások rendkívüli szabadságával kapcsolatos. A maga-sabb rétegekben egy adott levegőrészecske akár 14 nap alatt is körültaz-hatja a Földet. A por, amelyet a Sza-harában van fől a szél, 4-6 nap alatt el-jut a Bermuda háromszögbe. Az ang-liai gyárak füstje Svédország tavait szennyezi.

Igy tehát belátható, hogy a légköri mozgások igen nagymértékben bele-szólhatnak a tényleges légszennyezési helyzet alakulásába. A légköri terjedés két dimenziója (horizontális és függé-lyes) eltérő jellegzetességeket mutat. A *horizontális* terjedés főként a széli-rány és szélesebség függvénye. Eze-ken múlik, hogy a szennyezés milyen irányba mennyi idő alatt, milyen messze jut el, és adott mennyiségű ki-bocsátott szennyeződés kb. mennyi le-vegőbe keveredik bele.

A *függélyes* irányú terjedésbe beleszól az, hogy mennyire örvényes (turbu-lens) a levegő áramlása. Ez viszont a felszín egyenetlenségein (un. „*érdessé-gén*”) túlmenően elsősorban a hőmér-sékleti rétegződéstől függ.

A levegő nyomása, sűrűsége és hőmér-séklete a talajtól fölfelé csökken. A *hőmérséklet* csökkenése normális eset-ben $0,65^\circ\text{C}$ száz méterenként. Ha en-nél gyorsabb a csökkenés, akkor a le-vegő rétegződése *labilissá* válik: a túl könnyű meleg levegő alulról fel akar emelkedni. Ettől a levegő örvényleni kezd. Jó a keveredés.

Ha viszont a hőmérséklet csökkenése kisebb, mint $0,65^\circ\text{C}$ száz méterenként, akkor a levegő rétegződése *stabilabbá* válik, a függélyes keveredés lehetősége csökken.

A legszükségesebb eset az, amikor a hőmérséklet a talaj közelében vagy valamilyen más rétegben felfelé nö-vekszik! Ez az un. *inverzió*, amely e-gészen drámai módon növelheti a le-vegő szennyezését és az un. „gyilkos füstködök” voltaképpen előidézője. Inverziós helyzetekben nincs kevere-dés, és ha ugyanakkor szél sincs (ami gyakori), akkor a szennyező anyagok viszonylag keskeny rétegben koncent-rálódnak. Ha egy ilyen helyzet na-pokig tart, akkor igen magas szennye-zéskonzentrációk léphetnek fel.

A levegő rétegződésének hatása jól megmutatkozik azon, hogy a közép-magas forrásból származó füstkályhák átlagos nappali felezési ideje - a hazai vizsgálatok szerint - 17-69 óra, átlagos éjszakai felezési ideje pedig 139 óra. Tehát a stabilabb éjszakai rétegződés megnöveli azt az időt, amely a füst-fáklyák eloszlásához szükséges.

Megjegyzendő, hogy a légszennyezés is visszahat az időjárásra: pl. Budapesten az 1978. július 29-ről 30-ra virradó éj-szaka heves vihar tört ki, nagy csapa-dékkal, olyan helyzetben, amikor ez szinte lehetetlennek látszott. Ebben az esetben a város fölött összegyűlt szennyezőanyagok felső rétegének e-rős éjszakai kisugárzása nagy mérték-ben járult hozzá a légköri egyensúly felborulásához.

3.

A légszennyezés következményei

A bevezetőben említett nevezetes smog-helyzetek drámai következmé-nyei nagyban hozzájárultak annak az illúzióknak a kialakulásához, hogy a le-vegőszennyezés legfőbb következmé-nyei azok, amelyek *közvetlenül* lép-nek fel, a szennyezett levegő beléleg-zésekor. Ez sajnos nincs így, habár

kétségtelen, hogy a más természetű hatások drámai hirtelenség nélkül és rejtettebben jelentkeznek. Mégsem hagyhatjuk azonban figyelmen kívül azt a tényt, hogy a levegő öntisztuló képessége igen nagy, és ennek követ-keztében a levegő elsősorban mint a szennyező anyagok szállítója szól bele a környezet folyamataiba, nem pedig mint a szennyezés elszennedője, vagy pláne tározója.

Mindazonáltal a légszennyező anyagok „*átlagos légköri tartózkodási ideje*” (az az idő, amennyit az illető anyag egy adott molekulája a légkörbe kerülése pillanatától ott várhatóan tölteni fog) igen eltérőek. Vannak anyagok (gázok és részecskék), amelyek kis fajsúlyuk vagy kémiai tulajdonságaik folytán igen hosszú ideig bennmaradnak a lég-körben. Ezek egy része (pl. halokar-bonok) ezáltal speciális veszély forrá-sai, mert képesek visszahatni a légkör folyamataira, és végső soron éghajlat-változások okozóivá is válhatnak.

A légszennyezés következményeit te-hát három csoportba sorolhatjuk:

a. *Közvetlen* hatások:

b. A szennyező anyagok szállítása ré-vén más környezeti rendszereknek *közvetített* hatások:

c. A *légkör folyamataira gyakorolt* hatások.

a. A *közvetlen hatások* körében a leg-fontosabbak az emberi egészség köz-vetlen károsításai. Ezek között a legje-lentősebbek a *kéndioxid* és a belőle keletkező vegyületek hatásai: léguti, megbetegedések, tüdőrák, és alkal-manként halálesetek. Hosszabb időn át tartó hatás esetén alacsonyabb kon-centráció is igen veszélyes lehet. Kel-lemetlen, de kevésbé drámai a gépkoc-sik okozta ún. *fotokémiai smogok* hatása, mely szem- és légzésszervi bán-talmakban mutatkozik. Ha a *szénmo-noxid* koncentrációja eléri a kritikus szintet, biokémiai mérgező hatás lép fel: a CO a vér hemoglobinjával lép reakcióba és ezáltal akadályozza, hogy a vér oxigént vigyen a szövetekbe. A *nehézfémek* (ólom, berillium, kadmi-um, nikkel, higany, stb.) a testben akkumulálódnak, és a továbbiakban ezek is szerepet játszanak az enzim-reakcióban. A különféle *policiklusos*

szerves anyagok, amelyek a szén elégetésekor keletkeznek, tüdőrákot okozhatnak. Az *azbeszt* ugyancsak a tüdőrák egy speciális formájának potenciális okozója.

A lebegő por által előidézett egészségkárosodásokat (ezek lerakódását a tüdőben) már említettük.

A felsorolt szennyezőanyagok nemcsak az emberi egészségre hatnak közvetlenül, hanem a növényzetre és a különféle anyagokra is. Ebben ismét a kéndioxid jeleskedik. Az általa okozott korrózió tetemes anyagi károk forrása.

b.

A légkör által szállítás révén közvetített hatások sokkal nagyobb figyelmet érdemelnek, mint eddig kaptak. A légmozgásokkal a szennyezett levegő nagy utakat tehet meg, s a szennyező anyag az eredet helyétől esetleg igen távol *üledés* vagy eső általi *kimosódás* révén jut le a felszínre.

Ezzel kapcsolatban nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy az *eső nem desztillált víz!* Sőt, a légkörből a szennyező anyagok legnagyobb része éppen az esővel jut le a talajra és a vizekbe. Közben kémiai átalakulások is történnek, pl. a vízben oldott SO_2 kénsavvá oxidálódik. Ipari övezetekben az esővíz kéntartalma az 5 mg/litert is elérheti! Az esővíz pH -ja (vagyis hidrogén-ion koncentrációjának negatív logaritmus) Európa jelentős részén 4,0 alá süllyedt, ami nagyfokú savasságra utal. Ez különösen veszélyes ott, ahol a természetes vizek kevés kalcium-karbonátot tartalmaznak, mert ilyen helyeken a savak közömbösítésére nincs lehetőség. Svédország délkeleti részén a tavak pH -ja két évtizede süllyed, és néhol már 3,8 alatt van. Az átlagos süllyedés 0,4 pH 20 év alatt. Mindez helyenként ijesztő mértékű lazacpusztulást okozott, és a halászatot tönkretette.

A savas esők a talajból kimossák a kalciumot s ezáltal a növényzet romlását okozzák. Emellett a korróziót is növelik. Oldják a márványt és a mészkövet. Velence felbecsülhetetlen értékű mű-

kincsei közül több vált már így felismerhetetlenné. Mindezek a hatások országhatárokon át terjednek, Svédországot pl. elsősorban Anglia károsítja. Természetesen a levegőből nemcsak a csapadékkal jut szennyezés a vizekbe és a talajra. *Papp Ferenc* adatai szerint (Búvár 1978/7) a Balaton nitrogénjének majdnem 40 %-a, foszforjának pedig 20 %-a származik a levegőből! Ezek az adatok hihetetlennek tűnhetnek, de sok nemzetközi adathoz képest még szerények is.

Igen nagy a légkör által szállított por mennyisége. A Balaton vizébe évente 28000 tonna por hullik (47 tonna/ km^2). Budapesten az üledő por mennyisége 320 tonna/ km^2 , Almásfüzitő egyes részein pedig 1250 tonna/ km^2 évente (ez már szinte világrekord).

c.

A légszennyezés légkörre gyakorolt hatásai távoliaknak tűnnek ahhoz, hogy igazán felkeltsék az érdeklődést. Van azonban néhány tényező, amely méltán okoz aggodalmat.

A legjobb példa erre az *ózonpajzs* ember általi veszélyeztetése. Lényegében arról van szó, hogy a Földre jutó nap-sugárzás spektrumának rövidhullámú szárnyán a 0,280-0,315 μm közötti UV-B sávot a légköri ózonpajzs elnyeli. Ez igen fontos, mert ez a sugárzás veszélyes a földi élet minden formájára, és immár eléggé meggyőző bizonyítékok szerint előidézője pl. a *melanoma* nevezetű rosszindulatú, halálos kimenetelű bőrráknak. Ha az ózonpajzs erőssége valami okból ingadozik, változik vele együtt a földfelszínre jutó UV-B sugárzás erőssége is, ez pedig az említett betegség gyakoribb fellépésére vezet, emellett károsítja a mezőgazdasági termelést, az ökoszisztémákat, és a fotokémiai smogok fellépését is erősíti. Az ózonréteget fenyegető veszélyek között a szuperszónikus repülést, a nitrogén műtrágyák használatát, a nukleáris robbantásokat, az aeroszol spray készítmények használatát

(általában a halokarbonokat), stb. említik.

Ezen túlmenően az ózonpajzs bármilyen változása egyúttal a légkör sugárzásmérlegét is megváltoztatná, de ennek esetleges következményeit eddig nem sikerült felmérni.

Közismert az a feltételezés, hogy a légkör széndioxid tartalmának fokozatos növekedése az éghajlat melegedését vonhatja maga után. Ezzel azonban versenyt fut egy másik folyamat: a légkör lebegő-por szennyeződéseinek növekedése, amely viszont a sugárzás-vesztések növekedésének irányába hat.

Igy tehát annak, aki a levegőtisztaság védelmének problémáival foglalkozik, félszemmel a globális folyamatokra is figyelnie kell.

4.

A levegőszennyezés csökkentésének lehetőségei

Nem lehet kétséges, hogy a levegőtisztaság védelme terén - éppúgy, mint az egész környezetvédelmi tevékenységben - a technikával való együttélés alternatíváit kell megkeresni. Teljesen irreális volna az a törekvés, amely a környezet védelmét a technikai fejlődés megállításával akarná megoldani.

Jogos és reális viszont az az igény, hogy a felgyorsult technikai fejlődés által felvetett komplex problémák megoldásakor a környezet védelmének, sőt *javításának* szempontjai jussanak érvényre.

A környezetvédelem tipikusan olyan problémakör, amely a társadalmi szintű *legösszetettebb* gondolkodást igényli. Ehhez Magyarországon most alakultak ki a megfelelő keretek. A levegőtisztaság védelmének feladatait is ezek között az új keretek között lehet és kell megoldanunk.

A lehetőségek és eszközök, amelyek között válogathatunk, a levegőszennyezés sajátos problémái folytán, nagyjából adottak. A levegőt nem lehet összegyűjteni és használat előtt jól megtisztítani, mint a vizet. A használt levegőt sem lehet kibocsátás előtti tisztítás és kezelés céljából tárolni. Tehát csak egy út áll nyitva: a *szennyezőanyagok légkörbe jutását kell szabályozni*. Erre háromféle lehetőség van (az első kettő *passzív*, a harmadik viszont *aktív*, megelőző védekezési

Előadás, a Hazafias Népfront Országos Tanácsa és a KISZ Központi Bizottsága által Gyöngyösön szervezett „Környezetvédelmi Ifjúsági Vezetőképző Tábor” programjának keretében 1978. augusztus 14-én.

mód):

a.

A legegyszerűbbnek látszó megoldás a kibocsátás helyének és idejének olyan megválasztása, hogy a szennyezés ne okozzon közvetlen kárt. Ilyen megoldás pl. az, hogy *magas kéményt* építenek és ily módon próbálják elérni a szennyezőanyag elkeveredését és kellő hígulását. Ugyanebbe a kategóriába tartozik az a megoldás, hogy az ún. *inverziós* helyzetekben, amikor a lokális szennyezéskonzentráció veszélyes mértéket ölthetne, a kibocsátást leállítják vagy korlátozzák. Egyes országokban a gépjármű okozta légszennyezés szintjének veszélyes emelkedésekor forgalomterelést, stb. alkalmaznak. Mindezek a módszerek ugyan csak passzív védelmet biztosítanak, de természetesen van létjogosultságuk, hisz az emberi egészség (és élet) védelme indokolja a közvetlen veszélyt okozó helyzetek elhárítását. Azonban az ilyen módszerek nem képezhetik a levegőtisztaság védelmének fő irányát. A kibocsátás helyének és idejének megválasztásával nem csökken a kibocsátott szennyezés, csak a lokális csúcsterhelés válik elkerülhetővé. Ezt esetleg azon az áron érik el, hogy a szennyezés messzebb terjed. Így vált Európában a súlyos gondok egyikévé a légszennyezés hosszútávú transzportja, amely a savas esők már említett problémáját is előidézte.

b.

Ezért még a passzív levegőtisztaság-védelem fő törekvése is a *szennyezéskibocsátás mértékének* szabályozására irányul. Előírják az egyes szennyezőanyagok kibocsátásának normáit, és ezeket az előírásokat pénzbeli büntetések kilátásba helyezésével nyomatékosítják. A megoldás módja nagyrészt a szennyező fél választásán múlik. Esetleg szűrőberendezéseket szerel fel, amelyek csökkentik a kibocsátást, vagy olyan új technológiára (fűtőanyagra) tér át, amely eleve kisebb szennyeződéssel jár. (Esetleg a büntetés fizetését választja, de ez persze nem megoldás.)

A porszűrésre számos lehetőség van (ciklon szeparátor, porzsák, elektrosztatikus leválasztó, stb.), és ezek alkalmazása nem okozhat nagy problémát. Nehezebb viszont pl. a szén kéntelenítése. Ez mosással történik, amihez

sok víz kell, utána pedig a szén 2 %-át a többi szárítására kell fordítani.

Az SO_2 leválasztásának alapgondolata az, hogy az SO_2 egy savas gáz, amely lúgos anyagokkal könnyen lép reakcióba. A hatás fokozható a gáz „mosásával”. Az áramló gázba vizet fecskendeznek, s hozzá meszet adagolnak. A tisztítás hatékonysága 75-90 % lehet.

A gépjármű közlekedés által okozott szennyezések a motorok beállításával csökkenthetők némiképp, de nem eléggé. Újabban vannak szűrők, amelyek pl. a kipufogó dobban elhelyezett katalizátoros berendezésekkel (ún. „utánégetőkkel”) fejezik be az oxidációs folyamatot. Ezek megbízható működésével szemben még sok a kétség.

c.

Az előbbieknél fontosabb és hosszú távon eredményesebb az *aktív, tervszerű, átfogó levegőtisztaságvédelmi politika*, amelyen nemcsak a defenzív lépéseket, hanem a helyzet megjavítására irányuló lépések átgondolt sorát kell értenünk. Az idetartozó lépések széles kört érintenek: népgazdasági szinten gazdaságpolitikai döntéseket, regionális szinten a területfelhasználás és településhálózat célszerű irányú alakítását üzemi szinten a környezetkímélő technológiák megválasztását, stb. A feladatok egyik fő csoportja az energia termelésével és felhasználásával kapcsolatos, SO_2 szennyezés csökkentése. A földgáz kiterjedtebb használata, a távfűtő hálózatok létesítése, a víziergia és más „tisztá” *energiaforrások* lehető alkalmazása ezt a célt szolgálja. Hosszabb távon a nukleáris energia, még később pedig talán a *napenergia* használatba vétele jöhet számításba. Mind a nukleáris-, mind a napenergia esetében felmerül, hogy ezek segítségével hidrogén és szénmonoxid elegendőből vagy metánból (CH_4) *metilalkoholt* (metanol: CH_3OH) állítanak majd elő, amely a benzinhoz hasonló tulajdonságú, könnyen szállítható és a jelenlegi technológiák lényeges változ-

tatása nélkül alkalmazható, de a benzinnél „tisztább” energiahordozó.

A napenergia-hasznosítás jövőjét befolyásolhatja az, hogy környezetvédelmi megfontolásokból igen fontos lenne a *nyári energiaszükséglet* egy részének napenergiából történő fedezése. A szulfátok és nitrátok keletkezésében szerepet játszó fotokémiai folyamatok nyári maximuma miatt ugyanis az SO_2 szennyezés *nyáron veszélyesebb!* A közúti járművek körében a diesel motorok fokozott alkalmazása is jelent némi előnyt: ezek ugyan füstösek és bűdösek, de kevésbé veszélyesek, mert sokkal kevesebb szénmonoxidot és szénhidrogént bocsátanak ki, mint a benzinmotorok.

Többet jelenthet a motorok gázüzemre való átállítása. Ez már több országban megindult. Kísérleteznek még a gőzturbinákkal és az elektromos hajtású járművekkel.

Mindezeknél fontosabb azonban a *tömegközlekedés* fejlesztése, a metró-és trolihálózatok kiépítése, stb., és ezáltal a városi gépkocsiforgalom csökkentése.

Megjegyzendő, hogy az úthálózatok kiépítése, a forgalom felgyorsítása révén, ugyancsak csökkenti a szennyezés mértékét (persze feltéve, hogy közben a járművek száma nem nő még gyorsabban).

Ma Magyarországon a legközvetlenebb lehetőségek a porterhelés csökkentése terén vehetők számításba. A talajerózió elleni védelem fokozása (amelyhez egyébként is fontos érdekek fűződnek), a mezőgazdasági úthálózat kiépítése, a városi porszennyezések korlátozása (pl. zsákos szénzállítás bevezetése, a poros utak és közterületek fokozottabb tisztítása, tehát a pornak a körforgalomból való kivonása, stb.) *viszonylag* egyszerű lépések.

Befejezésül természetesen hangsúlyoznom kell, hogy a levegő védelmének megoldásához az előírt levegőminőségi normák betartásának hatékony ellenőrzése elengedhetetlen eszköz.

A METEOROLÓGIAI ÁLLOMÁS SZEREPE A PAKSI ATOMERŐMŰ KÖRNYEZETVÉDELMI RENDSZERÉBEN

1

Az atomerőművek biztonságának kérdései

Az atomipar ugyan még csak 35 esztendő múltát tekint vissza, de a közvéleményt mind a mai napig élesen foglalkoztatja a kérdés: milyen kockázatot jelentenek az emberiségre az atomerőművek. A nem szocialista világban a tömeghangulat manipulálásával a nagyvállalatok üzleti érdekeik kiszolgálását óhajtják érvényesíteni e téren is. Ezért alakultak ki szélsőséges és néha egymásnak ellentmondó vélemények a baleseti kockázatról. Az atomerőműveket nagyobb számban üzemeltető államok már eddig is jelentős energiát fordítottak a baleseti kockázat vizsgálatára. Egy az USA-ban végzett vizsgálat szerint a ma használatos nagyteljesítményű forróvízes és nyomottvízes reaktorokra vonatkozó munkák alapján kijelenthető, hogy a potenciális reaktor baleset veszélye nem nagyobb, mint a nem nukleáris baleseteké. Megállapításuk szerint a tűzkatasztrófákat, robbanásokat, mérgezéseket, gátszakadásokat, repülőgépek katasztrófákat, földrengéseket és tájfunokat nagyobb bekövet-

kezési valószínűséggel és nagyobb kihatásokkal kell figyelembe venni, mint a reaktor baleseteket.

Az egész világon ma üzemelő több, mint száz atomerőműben eddig még egyetlen olyan baleset sem volt, amely említésre méltó következményekkel járt volna a környezetre. Az említett különféle baleseti kockázatokat összehasonlítva, az alábbi potenciális veszélyeztetéssel lehet számolni: 100 ember életét követelő baleset repülőgép katasztrófák esetén 5 évenként, tűzesetek közül 10 évenként, míg 100 atomerőmű együttes hatásaként 10.000 évenként fordulhat elő. Azonban fontos megjegyezni, hogy ilyen baleset csupán a reaktor tartály pillanatszerű sérülése esetén következhet be. A reaktor tartály alapvető sérülésének valószínűsége 1 millió reaktorévenként egy esemény. A becslések szerint annak valószínűsége, hogy a Földön 100 atomerőmű együttes működése következtében egy ember meghaljon körülbelül azonos azzal a valószínűséggel, hogy ezt az embert egy meteor üsse agyon. A baleseti kockázattal azért szükséges részletesebben foglalkozni, miután a Pakson megvalósuló rendszer hazánkban még újdonság, az előítéletek vele szemben viszont már régiek.

2

Atomerőmű rendszerek és környezet-szennyezésük

Az első önfenntartó nukleáris reakciót négy évvel az atomhasítás felfedezése után, a chicagói egyetem udvarán felépített atommaglyában 1942. december 2-án hozták létre. A sűrű katonai nyomásra rövidesen újabb reaktorokat állítottak elő, főleg az atombomba nyersanyagát képező plutónium termelés céljaira. Az első békés célú, energia termelő atomerőművet a Moszkva melletti Obnyinszkban hozták létre.

Az atomreaktor, szerkezeti elvét tekintve nagyobb tömegű hasadó anyagból áll, ami geometriailag úgy van elrendezve, hogy a nukleáris reakció önfenntartóan és ellenőrzötten megmaradjon. Napjainkban több reaktortípust is kialakítottak már, a legelterjedtebbek a „vízes” reaktorok, amely csoportba két típus tartozik: a *nyomott-vízes* és a *forró-vízes* típus. A nyomott-vízes típusnál a fűtőelemeken nagy nyomással halad keresztül a hűtővíz. Az első vízkörben hőcserélőn is átáramlik a felhevült víz, ahol a biztonsági, második vízrendszernek adódik át a reaktor aktív zónájában keletkező hő. Az

energia termelő villamos generátor is a második vízkörben található. A kétkörös rendszer lehetővé teszi a hasadványoktól védett üzemet. A vizet a két vízrendszerben szivattyúk forgatják. A forró-vízes reaktor hasonló az előzőhöz, azzal a különbséggel, hogy itt megengedett a hűtővíz forrása. Az áramló gőz közvetlenül az energia termelő turbinákba van bevezetve.

Az atomerőművekben keletkező radioaktív hulladékokat alapvetően három csoportra oszthatjuk: szilárd, folyékony és gáz halmazállapotúakra. A szilárd hulladékok gyakorlatilag nem kerülhetnek ki az erőműből a közvetlen környezetbe, így veszélyt sem jelentenek a környezet számára. Az üzemelés során keletkező folyékony hulladékok döntő többsége - bepárlás után - e célra telepített rozsdamentes acéltartályokban kerül tartós tárolásra. A kikerülő hányad hatásával a környezetben nem kell számolni. E fázisnál a környezet hőszennyezése a döntő tényező.

A harmadik csoportba tartoznak a gáz halmazállapotú hulladékok, amelyek radioaktív nemesgázokból, valamint radioaktív aeroszollokból állnak. Tulajdonképpen ez az a radioaktív hulladékforma, amely normál üze-

melés során is folyamatosan kikerül a környezetbe a szel-
lőzőkéimenyén keresztül.

Összefoglalóan tehát meg-
állapíthatjuk, hogy energia-
termelő atomreaktorokból
elsősorban a normális üze-
melés következtében folya-
matosan, de ellenőrzöttan
kerül ki kismértékű radioak-
tívítás. Számítani kell továb-
bá a balesetek alkalmával a
környezetbe kerülhető, el-
lenőrizhetetlen mennyiségű
aktívítással is. Ez utóbbi
szennyezés valószínűsége
azonban rendkívül kicsi,
ahogy a bevezetőben arról
már szó volt.

3

A környezet ellenőrzés és annak fontossága

A környezet ellenőrzése so-
hasem öncélú, elsődlegesen
az ember védelme, és az em-
beri életfeltételek megóvása
a kiinduló szempont. Az el-
lenőrzés feladata a szennye-
ződést olyan minimális szin-
ten tartani, amely még
egyáltalán nem káros az em-
ber szempontjából és pár-
huzamosan még gazdaságo-
san elvégezhető az adott
ipari vagy más tevékenység.
Az ipari, termelő tevékeny-
ség tehát bizonyos kompro-
misszumra is kényszeríti az
ellenőrzés hatósági tevé-
kenységét.

Az 1. ábrán jól követhetjük
az atomerőművek által ki-
bocsátott radioaktív anyag
útját az emberig. Az ellenőrz-
zésre alkalmas pontok kör-
rel vannak bejelölve. Az áb-
ra az ellenőrzési feladat bo-
nyolultságát és összetettsé-
gét is érzékelteti. Meg kell
még jegyezni, hogy normál
üzemelésnél a kibocsátási
pontnál történő mérés ad
használható eredményt, míg
balesetnél inkább az ember
közeli mérésre kell támasz-
kodni. Az ábrából az is kitű-
nik, hogy a meteorológiai

ellenőrzés csak része a kör-
nyezet ellenőrzésnek, azon-
ban fontos része, miután
gáznemű, vagy gázként ke-
zelhető aeroszol formájú
szennyezők légköri terjedé-
sét kell nyomkövetni. A
légkörben való terjedést a
meteorológiai viszonyok
szabják meg. A meteoroló-
giai helyzet ismeretében,
megfelelő matematikai mo-
dellek felhasználásával meg-
kaphatjuk a radioaktív
szennyező anyagok területi
eloszlását a kibocsátó hely
- erőmű - körül. Baleseti ki-
bocsátásnál az előbbi eljá-
rás nem alkalmazható, így a
meteorológiai adatok csak a
terjedés irányához adnak
támpontot, a mennyiségi
adatokat csak helyszíni mé-
réssel kaphatjuk meg.

4

Az atomerőmű környezetellenőrzésé- nek meteorológiai eszközei

Miután már több, mint 100
atomerőmű működik szerte
a világon az ellenőrzés mód-
szerei jórészt kialakultak,
csak a helyi körülmények és
lehetőségek miatt van eltér-
és az egyes rendszerek kö-
zött. A WMO is kiadott
több technikai segédletet az
atomerőművek környezet-
ellenőrzésének meteoroló-
giai problémáiról.

Az OMSZ a NIM, illetve az
erőművet üzemeltető PAV
megkeresésére indította meg
előkészületeit az erőmű me-
teorológiai kiszolgálására. A
korábban megkötött megál-
lapodás értelmében az
OMSZ főállomást létesít az
erőmű területén, amelynek
feladata lesz az alaptevé-
kenységen túlmenően az
1980-ig megépülő és üze-
melélpő meteorológiai mérő-
torony üzemeltetése, ellen-
őrzése, valamint később

megállapított módon az erő-
mű környezetellenőrző
rendszerét minden olyan
időjárási tájékoztatással el-
látni, amely az üzemelés
vagy baleset során keletkező
szennyeződés semlegesítésé-
hez nélkülözhetetlen. Ve-
gyük sorba e feladatokat és
a hozzájuk kapcsolódó esz-
közöket.

1.

FŐÁLLOMÁS

Az erőmű területén az un.
látogatók épületében a főál-
lomás elhelyezésére a PAV
rendelkezésünkre bocsátott
három - nem túl nagymé-
retű - helyiségeket. E helyisé-
geket a tervek szerint 1978.
II.félévétől tudjuk elfoglal-
ni. A főállomás fel lesz sze-
relve a hagyományos mete-
orológiai műszerekkel is, ame-
lyekkel a meteorológiai to-
rony üzembeállításáig az un.
környezeti háttér - tehát az
erőmű üzemelése nélküli
helyzetre jellemző - méré-
seket kell segíteni. Az álló-
más PILOT méréseket is
végez.

2.

METEOROLÓGIAI TORONY

A meteorológiai torony fel-
adata lesz az erőmű körüli
légtér un. turbulens diffúzi-
ós viszonyainak mérése, re-
gisztrálása. E feladat azt je-
lenti, mérni kell azokat a
meteorológiai elemeket, il-
letve paramétereket, ame-
lyek a kéményen kikerülő
radioaktív gázok légköri
higulását, terjedését befo-
lyásolják. Ismeretes, hogy
ebből a szempontból elsőd-
legesen az alsólégkör hőmér-
sékleti rétegződése, és fon-
tosak a szélviszonyok. Az
erőmű kéményének magas-
sága 100 m lesz, a számítá-
sok szerint az effektív ké-
ménymagasság - tehát amíg
a kémény fölötti levegő úgy
viselkedik, mintha a kémény
még tovább nyúlna - 120 m.
E megoldásból kiindulva
lesz a meteorológiai torony
magassága is 120 m. A to-
ronyon 2, 10, 50 és 120 m
magasságban lesz 1-1 mű-
szertartó erkély, amelyen az
érzékelők elhelyezkednek.



1. ábra

Az atomerőművek által kibocsátott radioaktív anyag útja az
emberig. Az ellenőrzésre alkalmas pontok körrel vannak
megjelölve.

A 20 és 100 m-es magasságban lehetőséget biztosítanak a tervezők további érzékelők elhelyezésére. A felsorolt négy szinten (2, 10, 50, 120) szélirány és sebesség, hőmérséklet és hőmérsékleti gradiens mérők, három szintben (2, 10, 120) nedvesség mérők, két szintben pedig un. szigma értékelők (10, 120) és 2 m-en sugárzás egyenleg mérő kerülnek elhelyezésre. Az érzékelők, illetve távadók kivétel nélkül USA gyártmányúak, a cél követelte tartós, megbízható üzemelés biztosítása érdekében. Az említett szigma értékelő lényegében a szél-mérőre kapcsolt analóg számítógép, amely a szélessebesség vagy szélirány szórását (eltérését) számítja ki egy bizonyos átlagolási idővel képzett középértékhez képest. A kórményből kikerülő radioaktív anyagok hígulás számításában a szigma értéknek - mint a turbulenciát jellemző számnak - fontos szerepe van.

A torony rácsos szerkezetű un. „dunai távvezeték oszlop” lesz, az érzékelőket a torony DNY-i oldalából kinyúló 4-6 m hosszú karok végére szerelik. A műszerek elektromos jelét az észlelő helyiségben elhelyezett illesztő egységhez kábelek vezetnek. Az illesztő egységet és a teljes rendszert a KFKI tervezte és vitelezi ki. Az észlelő helyiségben az illesztő egységen mód lesz bármely érzékelőre közvetlenül akár regisztrálót, akár leolvasós műszert kapcsolni. Az illesztő egységtől a jelek a központi adatgyűjtő rendszer (KAR) számítógépébe jutnak. Az R40 típusú számítógép részben naplózza az óránkénti adatokat, részben pedig a szintén ide csatlakozó sugármérők adatait is felhasználva, a megfelelő matematikai terjedési modell segítségével az erő-

mű diszpécserét tájékoztatja az erőmű környezetének szennyeződési viszonyairól. Tekintve, hogy az előre tervezett kibocsátási szint legalább két nagyságrenddel a megengedhető szint alatt lesz, ezért nem tervezik, hogy az erőmű teljesítményét a kibocsátási szint függvényében változtassák. Egy ilyen beavatkozás a nagy teljesítményű erőműnél számítalan jelentős gondot és veszteséget okozna. Az OMSZ-nak a torony mérési adatai természetesen utólagosan is rendelkezésre fognak állni, az egy éves adatmennyiség az előzetes számítások szerint kb. fél tekeres számítógép mágneszalagon elfér.

3. EGYÉB SZOLGÁLTATÁSOK

Eddig a paksi állomás állandó feladatait körvonalaztuk.

Az atomerőmű üzembeépése után (1980-ban) az OMSZ és a PAV új megállapodást köt határozatlan időtartamra az állandó üzemelés, illetve egy esetleges baleset meteorológiai kiszolgálására. Ebben az időszakban főleg a KEI operatív együttműködése lép előtérbe, mind a szennyezők légköri hígulását nehezítő időjárási helyzetek, mind pedig esetleges baleset során meglévő, illetve várható időjárás prognóza nélkülözhetetlen a környezetvédelem hathatós megszervezéséhez.

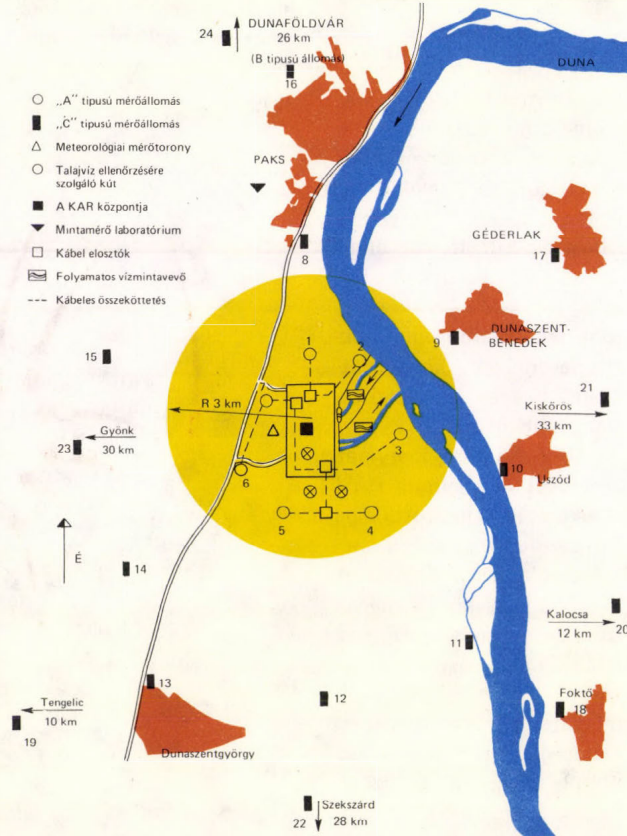
5 A paksi központi adatgyűjtő rendszer (KAR)

A teljes áttekintés érdekében ismertetem a paksi teljes KAR rendszert is. Fentebb már említettem, hogy a környezeti adatok végső soron az erőművet ellenőrző diszpécser asztalán jelennek

meg. A 2. ábrán látható a paksi atomerőmű körül a környezeti mérőrendszer mérőpontjainak vázlata. Az érzékelők, illetve minta vevők két gyűrűben vesznek körül az üzemet. A belső gyűrű állomásai, amelyek a 3 km-es sugarú körön belül helyezkednek el - még az erőmű kerítésén belül - kábeles összeköttetéssel csatlakoznak a KAR számítógépéhez. E műszerek a kórményből kikerülő radioaktív nemességzők és aeroszolok, a csapadékkal és szárazon ülepedő, valamint a hűtővízzel a Dunába kerülő radioaktivitás ellenőrzését végzik. E műszerekkel mért szintek szabályozzák az egész mérőrendszer mérési periódusát is. Alacsony, átlagos radioaktivitási szinteknél óránként történik adatregisztráció, egy előre megállapított kritikus szint túllépésekor negyedórás adatregisztrációra kapcsol át a rendszer.

A második kör általában 6 km-es távolságra helyezkedik el az erőműtől és a közeli nagyobb városok erőmű felé eső szélén is vannak mérőhelyek (Szekszárd, Duna-földvár, Kiskőrös stb.). E külső ellenőrző kör műszerei már nincsenek kábeles kapcsolatban a KAR számítógéppel. A mintákat naponta gyűjtik be és a mérések eredményeit is naponta írják be a számítógépbe. A kiépítésre kerülő rendszerrel az erőmű minden esetleges rendellenes kibocsátott szennyezése azonnal regisztrálható, és intézkedések kezdeményezhetők eliminálására.

Jelen ismertetéssel, úgy gondolom, sikerült megvilágítani, miért rendkívül fontos a meteorológusok részvétele az első magyar atomerőmű környezetellenőrző munkájában.



2. ábra

A mérőpontok elhelyezése a paksi atomerőmű körül.

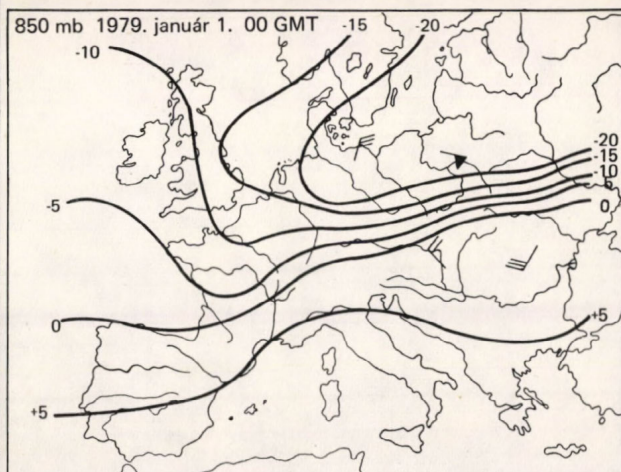
Dr. Simon Antal

Rendkívüli lehűlés Magyarországon

Magyarország időjárásában a téli félévben nem sokszor találkozhattunk az elmúlt 50 év alatt olyan erős lehűlésekkel, mint amilyen az 1979-es év január elseje volt. Még mielőtt a rendkívüli hidegbetörés időjárási helyzetével foglalkoznánk, érdemes visszatekinteni ennek előzményeire.

A múlt év december második felében a sarkvidék felől több hullámban igen hideg levegő árasztotta el Észak- és Kelet-Európa térségét. A beáramló hideg levegő nyomában nagy kiterjedésű anticiklon alakult ki. A magas nyomású légköri képződmény területén nagy mennyiségű hideg levegő halmozódott fel, amely csak lassan haladt dél-délnyugat felé. Ezzel egyidőben az 50°-55° északi szélesség között, a Brit-szigetektől, a Német-Lengyel síkságon át, a Szovjetunió európai területének középső részéig alacsony nyomású zóna jött létre. Ez a zóna mintegy 200-300 km széles időjárási választóvonalat hozott létre, hiszen a benne lévő több, mint 20 fokalos hőmérsékletkülönbség a zord telet és az enyhe tavaszt választotta el. Itt érdemes megemlíteni, hogy a hideg levegővel elárasztott területeken a hőmérséklet napközben is többfelé -25, -30, sőt helyenként -35 fok körül maradt. Ugyanakkor Dél- és Közép-Európa egy részén még éjszaka is +10 fokot mutattak a hőmérők.

Az alacsony nyomású zóna



Rendkívüli

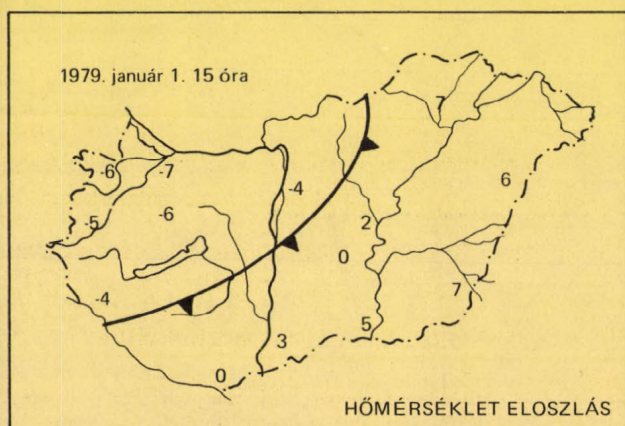
lehűlés

Magyarországon

va a talaj és a magassági mező gyors megváltozása tette lehetővé, hogy a frontálzóna az eddigi nyugat-keleti irányból északkelet-délnyugati irányba tevődjön át. Az áthelyeződés okát abban kereshetjük, hogy a többközéppontú ciklonális mező egy nagy központi ciklonná alakult, és ez tette lehetővé, hogy nagy sebességgel törjön be a sarkvidéki levegő a Kárpát-medencébe. A ciklon centruma ugyanis alig 12 óra alatt az Alpok térségéből az Északi-Kárpátok vidékére helyeződött át. A bekövetkezett helyzetet (1979. január 1. 12 GMT) 3. ábránkon mutajtuk be, amelyen a talaj nyomási, hőmérsékleti és csapadékszonyait ábrázoltuk.

A hidegfront északnyugat-észak felől a déli órákban érte el a Kisalföldet. Sebességére jellemző, (ezt szemléltetjük 4. ábránkon), hogy 15 órakor már a Nagykanizsa-Dunaújváros-Kékestető vonalban volt. Alig 3 óra alatt az ország északnyugati és délkeleti része között 12, 14 fokos hőmérsékletkülönbség keletkezett.

A hideg levegő hatására az északnyugati, északi szél sokfelé viharos, helyenként orkán erejű volt. A legerősebb



Vadkerti Ferenc Németh Lajos

szellőkéseket Budaörsön (130), Sopronban (144 km/óra) mérték. A rendkívül erős szél nemcsak a talajon, hanem az alsó 3000 m-en is megfigyelhető volt. Emiatt az ország nagy részén nem keletkezhetett 5 mm-t meghaladó csapadék. Ez alól kivétel csupán Baranya térsége, ahol a helyi tényezők döntő szerepet játszottak abban, hogy télen hazánkban meglehetősen ritka zivartartévkénység alakuljon ki. (A Mecsek hegység elősegítette a front emelő hatását.) 17 óra körül a hideg levegő már az egész országot elárasztotta, így alig több, mint 5 óra alatt tette meg a hidegfront az északnyugati és délkeleti országhatár közötti kb. 300 km-es utat. Átlagsebessége tehát elérte a 60 km-t óránként.

Elmondjuk végül, hogy a szinoptikus gyakorlatban ritkán fordul elő az, amikor az 50-55° szélesség között a téli félévben 20 fokos hőmérséklet különbségű frontálzóna nyugat-keleti irányban több napig fennálljon. Ez is közrejátszott abban, hogy a frontálzóna Kárpát-medencébe való áthelyeződésének időpontját nem tudtuk pontosan előrejelezni.



A téli időszak közeledtével nemcsak a nagyközönséget, hanem a népgazdaság különböző ágazatainak szakembereit is foglalkoztatja az a kérdés, hideg vagy enyhe, havas vagy hőszegény télre számíthatunk-e a következő hónapokban.

Érdeemes ilyenkor az elmúlt évek statisztikai adatait megvizsgálni, mert a nagy számok törvényei hosszabb időszakra vonatkozóan nyújtanak némi támpontot számunkra.

Korábban (1977.1.sz.) foglalkoztunk már Buda hóviszonyaival az 1926/27 és 1976/76 közötti 50 tél adatai alapján. A budapesti Meteorológiai Intézetben (Kitaibel Pál utca) hőréteg megfigyelések is folynak 1900-tól kezdődően, így ezen állomáson az elmúlt 78 tél hóadatait és hőmérsékleti viszonyait is vizsgálat alá vehettük. Már az első nagyvonalú áttekintés során kitűnt, hogy a nagyon hideg telek (ezen a december-január-február hónapok átlagos hőmérsékletének átlagát értjük) legtöbbször az átlagosnál jóval több hótakarós nappal rendelkezett. Vagy megfordítva, az igen havas telek nagyobbik része az átlagosnál sokkal hidegebb volt.

Ez a jelenség nem meglepő, fizikai magyarázata viszonylag egyszerű. A csapadék hó formájában való lehullásához és megmaradásához 0°C alatti hőmérséklet kell, de a létrejött hótakaró - a beérkező napsugárzás szinte teljes visszaverésével - hozzájárul a felszín további hűléséhez. Így alakulhatnak ki a tartós hótakaróval rendelkező hideg telek. Ezt a jelenséget a fizikában pozitív visszacsatolásnak nevezik. Valójában a rendszer ennél bonyolultabb, hiszen három összetevőt kell számításba vennünk: a hőmérsékletet, a hótakarós napok

számát és a csapadék mennyiségét (ezen belül is a hó formájában lehulló csapadékot).

Az összefüggés mértékének mennyiségi meghatározásához első közelítésben a tél hótakarós napjainak száma és az átlagos téli hőmérséklet közötti kapcsolatot ha-

A hőmérséklet és a hótakarós napok közötti korrelációs koefficiens a fenti képlettel számolva -0.769 -nek adódott. Vagyis átlag alatti hőmérsékletű teleken nagy valószínűséggel várható, hogy a hótakarós napok száma átlag fölött alakul. Természetesen, itt egyidejűsége-

között gyengébb pozitív (47-31 eset), míg a hőmérséklet és a csapadék között már majdnem véletlenszerű pozitív (44-34 eset).

Ezért a hótakarós napok és a téli hőmérséklet átlagok 78 éves sorozatát közös grafikonon úgy ábrázoltuk, hogy a hőmérsékleti adatokat

a téli középhőmérséklet és a hótakaró kapcsolatáról

táraztuk meg a következő képlet alapján:

$$r = \frac{\sum (t - \bar{t}) \cdot (h - \bar{h})}{\sqrt{\sum (t - \bar{t})^2 \cdot \sum (h - \bar{h})^2}} = \frac{\sum \Delta t \cdot \sum \Delta h}{\sqrt{\sum \Delta t^2 \cdot \sum \Delta h^2}}$$

ahol

t : az 1901 és 1978 közötti egyes telek átlagos hőmérséklete

$\bar{t}$: a 78 tél átlagos hőmérséklete

Δt : az egyes telek hőmérsékletének eltérése a 78 éves átlagtól

h : az 1901 és 1978 közötti egyes telek hótakarós napjainak száma

$\bar{h}$: a 78 tél hótakarós napjainak átlagos száma

Δh : az egyes telek hótakarós napjainak eltérése a 78 évi átlagtól

ről van szó, tehát ennek a kapcsolatnak önmagában prognosztikai értéke még nincs.

Budapest Kitaibel Pál utcai megfigyelésekre homogenizált téli átlagos hőmérsékletből az 1901-1978 közötti 78 tél átlaga $+0.5^{\circ}\text{C}$. A hótakarós napok átlagos száma ugyanezekre az évekre 34 nap, míg a tél átlagos csapadékmennyisége 130 mm. Mindhárom elem együttes előfordulását vizsgálva, ha az átlagtól való eltérések nagyságát nem vesszük figyelembe, csak az eltérések pozitív és negatív voltát figyeljük, az 1. táblázatunkban szereplő statisztikát kapjuk a 78 télre vonatkozóan.

E táblázatból is kitűnik, hogy a 3 elem közül a hőmérséklet és a hótakaró között van a legszorosabb negatív kapcsolat (21-57 eset), a csapadék és a hótakaró

nagyságrend szerint rendeztük, (a melegebb telektől a hidegebbek felé haladva) de minden hőmérsékleti adathoz a megfelelő hótakarós napok számát vittük fel. Az átlagosnál csapadékosabb teleket is megjelöltük egyegy ponttal (1. ábra).

Az ábráról sok érdekes adatot lehet leolvasni. Legszembetűnőbb talán az, hogy a 7 leghidegebb télen 60 napnál több hótakarós napot jegyeztek fel, bár közülük kettő átlag alatti csapadéku volt. A 32 átlag alatti hőmérsékletű tél közül csak nyolc esetben volt átlag alatti hótakarós nap, de ezek egy kivételével (1921/22 tél), az átlagosnál szárazabbak voltak, így ha lett volna elegendő csapadék, nyilván ezek is tartós hótakarójú telekké váltak volna. Az egyik leghőszegényebb, de átlag alatti hőmérsékletű tél, (1948/49) pedig úgy ala-

1. táblázat

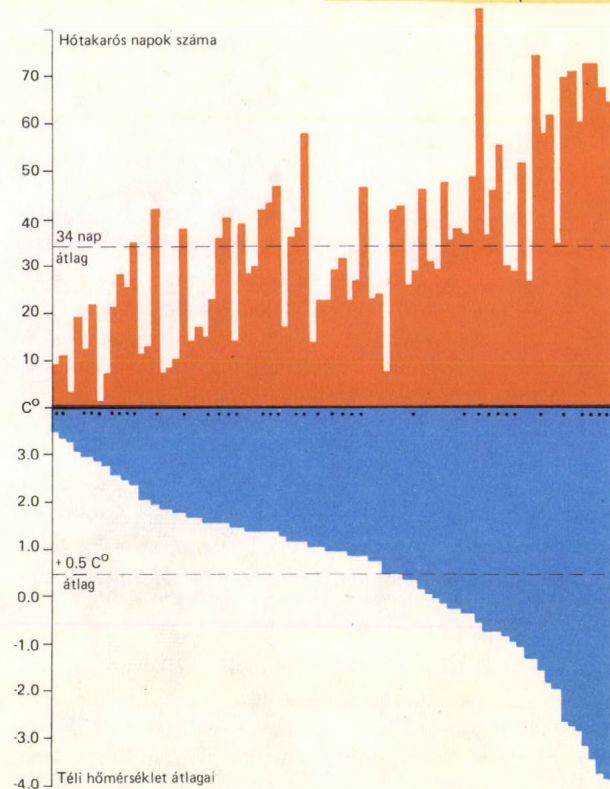
A budapesti hőmérséklet, a hótakarós napok száma és a csapadék átlagától vett eltéréseinek együttes előfordulása (1901-78)

		esetszám	% gyakoriság
Az átlagosnál	Tartós hótakarójú tél		
	melegebb		
	csapadékos	10	13
	száraz	3	4
	Hószegény tél		
	csapadékos	15	19
hidegebb	száraz	18	23
	Tartós hótakarójú tél		
	csapadékos	12	15,5
	száraz	12	15,5
	Hószegény tél		
	csapadékos	1	1
	száraz	7	9

kult ki, hogy a hideg decembert (-2.7 °C) viszonylag meleg és száraz január és február követte (a 3 hónap összes csapadéka 50 mm), s ezért csak 8 napon alakulhatott ki hótakaró ezen a télen. Az elmúlt 78 év adatai szerint Budapesten legnagyobb gyakorisággal (23 %) a meleg, száraz, egyúttal hótakaróban szegény tél fordult elő.

Megvizsgáltuk még a maximális hóvastagságok és a hótakarós napok közötti összefüggéseket is. Az átlagtól való eltérések előjelét tekintve, a 78 télből 66 esetben volt azonos az előjel mindkét elemnél. A 78 év átlagos maximális hótakaróvastagsága 18 cm Budapesten. 12 esetben volt 30 cm feletti a hóréteg vastagsága, és ezek mindegyike átlag feletti hótakarós napú, egy kivételével átlag feletti csapadékos és egy kivételével átlag alatti hőmérsékletű télen volt. Az átlagosnál több hótakarós nappal rendelkező teleken 85 %-ban elérte vagy meghaladta a 18 cm-t a maximális hóvastagság, 34 napnál, tehát az átlagosnál kevesebb hótakarós napú te-

leken viszont csak 11 %-ban fordult elő, hogy átlag feletti volt a legnagyobb hóvastagság. A szoros összefüggést tükrözi még az is, hogy az átlag feletti hótakarós napú teleken 27 cm az átlag



1. ábra

1900/01 és 1977/78 közötti telek hótakarós napjai a hőmérsékleti átlagok szerint rendezve, Budapesten

alatti hótakarós napu teleken 11 cm az átlagos maximális hóvastagság. Az átlagosnál csapadékosabb teleken 23 cm, az átlagosnál szárazabb teleken 14 cm, az átlagosnál hidegebb teleken 25 cm, az átlagosnál melegebb teleken pedig 13 cm ez az átlagos érték.

Visszatérve az 1. ábránkhöz, szembeötlőnek még az is, hogy az esetek 59 %-ában az

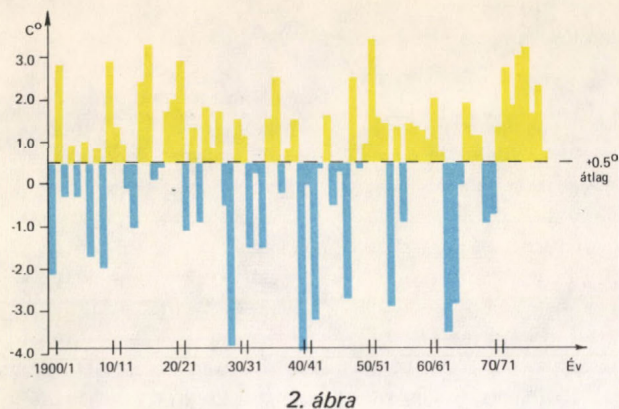
átlagosnál melegebb tél volt az elmúlt 78 évben, s néhány igen hideg és egyúttal havas tél ellensúlyozza ezek értékeit. Budapest hótakarós napjainak egyik sorozatát (ha rövidebb időszakról is) már korábban közöltük a Légkör hasábjain, ezért jelen dolgozatunkban csak a téli hőmérsékletek 1901-1978 közötti értékeit adjuk meg oszlopdiagram formájában.

2. táblázat

A budapesti téli középhőmérséklet 10 éves átlagai és eltérések az 1901-78 közötti átlagtól

	Tíz éves téli átlagok C°	Eltérés a 78 év átlagától
1901-10	0,2	-0,3
1911-20	1,1	+0,6
1921-30	0,4	-0,1
1931-40	0,1	-0,4
1941-50	-0,2	-0,7
1951-60	0,9	+0,4
1961-70	-0,1	-0,6
1971-78	2,1	+1,6

(2. ábra). Ábránkon feltűntettük a 78 télből számított átlagot, és színezzük különboztottuk meg az átlag alatti és feletti értékeket. Érdekes, hogy az évszázad eleji 1 meleg - 1 hideg tél sorozatot később a 2-3 telente azonos jellegű csoportok váltották fel, és különösen szembeötlő az utolsó 8 egymásután következő átlag feletti hőmérsékletű tél, mint egyedülálló eset. Kiszámítottuk a 10 éves átlagos téli hőmérsékleteket is és ezek eltérését a 78 tél átlagától. Ezen adatokat 2. táblázatunkban adjuk meg. Az utolsó nyolc tél átlaga itt is feltűnően kiugró érték, ami 1901 óta még nem fordult elő. E nyolc utolsó meleg tél közül kettő csapadékosabb és egyúttal valamivel havasabb az átlagnál, a többi hat száraz és hószegény is volt.



2. ábra

1900-1901 és 1977-78 közötti telek hőmérsékleti átlagai C°-ban Budapesten.

Érdeklődésre tarthat számot az is, hogy a tél egyes hónapjai hogyan járultak hozzá ezeknek a középértékeknek a kialakulásához.

A 3. táblázatban az 1871-1978 közötti időszak tíz éves hőmérsékleti középértékeit közöljük a téli hónapokra és az évi középére. (Az ezekből számított téli középhőmérsékletek nem minden esetben egyeznek a 2. táblázat értékeivel, mert ott a telek úgy szerepelnek, hogy a decemberi értéket mindig az előző évből vettük). Vastagabb szedéssel kiemeltük az egyes oszlopok szélső értékeit.

A táblázat tanulmányozásából rögtön kiderül, hogy a legalacsonyabb középhőmérsékletű évtizedek a múlt századra esnek, a legmelegebbek pedig december kivételével az utolsó, csonka évtizedre. A szélső értékek ilyen határozott elkülönülésében két folyamat játszik szerepet: egyrészt a nagytérűségű éghajlatingadozás (folyamatos felmelegedés a múlt század végétől kisebb, átmeneti lehűlésekkel), másrészt a városi hatás (beépítettség, hőenergia termelés) fokozódása.

Részletesebben megvizsgáltuk a hótakaró és a téli hőmérséklet kapcsolatát, és ezért külön-külön meghatároztuk minden egyes téli

hónap átlagtól való eltérését, de csak előjelre nézve. A teleket ennek alapján a következőképpen csoportosítottuk: *meleg* télnek vettük azokat, melyeknél hőmérsékleti anomáliát mutatott, az *enyhénél* egy, a *hűvösnél* kettő, a *hidegnél* pedig három hónap középhőmérséklete volt átlag alatti. Az elmúlt 78 tél megoszlása ilyen felbontás szerint a következő:

Meleg	27
Enyhe	28
Hűvös	15
Hideg	8

Feltűnő, hogy az első két csoportba milyen sok eset tartozik. Ez azt a tényt tükrözi, hogy télen több az átlag fölötti hőmérsékletű hónap, de kis eltérésekkel, amelyek keveset számú, de nagy negatív eltérésű hónap ellensúlyoz. A csoportokhoz tartozó átlagos hótakarós napok száma a 3. ábrán látható. Ez az ábra is, bár más formában, az 1. ábrából levonható következtetéseket tartalmazza.

Mint már korábban is utaltunk rá, a hőmérséklet és a hótakarós napok száma közötti kapcsolatkereséssel nem lehetett célunk előrejelzési szabályok megalkotása, de az egyidejű jelenségek összefüggésvizsgálata

3. táblázat
A téli hónapok és az év tíz éves középhőmérsékletei Budapesten

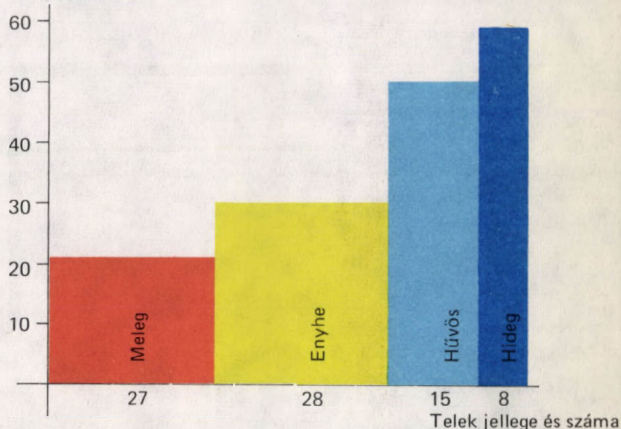
	Január	Február	December	Év
1871-80	-1.5	0.3	-0.9	10.4
1881-90	-1.4	-0.3	-0.5	10.2
1891-1900	-2.5	0.6	-0.1	10.3
1901-10	-1.9	1.4	1.2	10.6
1911-20	0.2	0.4	2.4	10.6
1921-30	0.0	0.7	0.3	10.8
1931-40	-1.2	0.8	0.1	10.8
1941-50	-2.2	1.2	1.3	11.2
1951-60	-0.3	0.5	2.5	10.9
1961-70	-2.0	1.4	0.0	11.0
1971-78	1.0	3.2	2.1 ^x	11.5 ^x

^x 7 évből számítva

sem haszontalan, öncélú kutatás. Éghajlatváltozási vizsgálatoknál például, ha írásos feljegyzésekből ismerjük egyes teleken a hótakaró fennmaradásának mértékét, következtetni lehet a tél át-

bad területekhez képest kb. 1 fokkal magasabb, a hótakarós napok száma pedig kevesebb. Természetesen, a fenti vizsgálatok elvégezhetőek teljesen szabad felállítási meteorológiai állomások

Hótakarós napok
átlagos száma



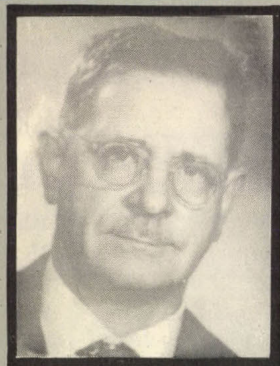
3. ábra

Összefüggés a tél hőmérsékleti jellege és a hótakarós napok száma között Budapesten (1901-78)

laghőmérsékletére is. E dolgozatunkban felsorolt adatok mind olyan mérési pontra vonatkoznak, amely a város belsejében van, így a beépítettség, az épületekből és ipartelepekről származó hő hatására a téli középhőmérséklet a beépítetlen, sza-

adataira is, és nagyon valószínű, hogy ha az abszolút értékek (közhőmérséklet, hótakarós napok száma, hóvastagság) különböznek is a fentiekől, a közöttük lévő arány nem változik lényegesen.

Dr. Ambrózy Pál
Dr. Szakács Györgyné



1903
1978

DR. AUJESZKY LÁSZLÓ Emlékezés

Alig néhány héttel ezelőtt ünnepeltük és köszöntöttük dr. AUJESZKY LÁSZLÓT 75. születése napján, és kívántunk sok sikert további munkájához. Így érthető, hogy rendkívül megdöbbenett a szomorú hír, hogy december 7-én meghalt. Ismét fekete zászlót lengetett a téli hideg szél a Meteorológiai Intézet épületén, ahová igen fiatalon 1926-ban belépett és haláláig bejárta. Ez több mint fél évszázad. Aujeszký László a korszerű időjárás előrejelzés hazai megalapítója, a tudományos népszerűsítés nagy mestere. Írásai rendkívül nagy népszerűségnek örvendtek. Hogy miért? A legbonyolultabb légkörfizikai folyamatokat igen egyszerűen és mindenki számára érthetően tudta előadni és leírni.

Aujeszký László életútjának csak legfőbb állomásairól emlékezhetünk meg, hiszen több, mint fél évszázadon keresztül szüntelen dolgozott, írt. Könyveinek és dolgozatainak száma egy kis

könyvtárat tesznek ki, tudományos ismeretterjesztő cikkeinek száma pedig több száz.

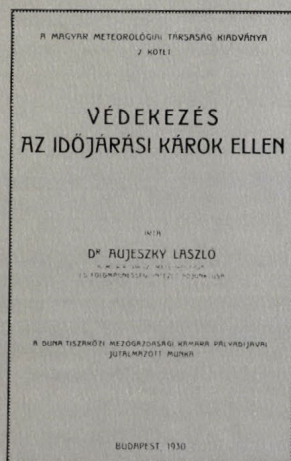
1903. augusztus 23-án Budapesten született. Édesapja dr. Aujeszký Aladár ismert orvos, bakteriológus - aki egy vírusbetegséget fedezett fel, amely a nemzetközi irodalomban Aujeszký-féle betegség néven ismert - természettudós volt. A Természettudományi Közlönynek állandó munkatársa. Édesanyja zenepedagógus. Ilyen családi hagyományok magyarázzák, hogy honnan merítette a természettudományok iránti kiváló érzékét. Emellett járatos volt a zenében, művészetben, irodalomban. Nyelvismerete - angol, német, francia, orosz - lehetővé tett, hogy a külföldi irodalommal minden nehézség nélkül állandó kapcsolatot tartson. Középgimnáziumban végezte 1913-1921-ig. Egyetemi tanulmányait a Budapesti Tudományegyetemen 1921-1925-ig, a fizika és matematika szakon végezte. 1926-ban „summa cum laude” eredménnyel avatták doktorrá. Már az egyetemen a matematika tanszéken gyakornok és a könyvtár vezetője. Egy számelméleti dolgozattal egyetemi pályadíjat

nyert.

1926-ban, 23 évesen lépett át az Országos Meteorológiai Intézet kapuját, és alkalmazást nyert az Intézet egyik legfontosabb és akkoriban korszerűsítésre szoruló részlegében, a prognózisosztályban. Az időjárás előrejelzés szerelmese volt, és gyakorlatilag 1926-tól nyugdíjazásáig, 1963-ig - tehát közel négy évtizeden keresztül - ezen a vonalon dolgozott. Nem is akárhogyan foglalkozott az időjárás előrejelzéssel, olyan szívvel és lélekkel, ahogyan azt csak egy igazi természettudóstól várni lehetett. Nagy turista volt, szüntelen járva a hegyeket figyelte a természetet és az időjárás kapcsolatát. Rövid ideig az Intézet igazgatója, majd helyettes igazgatója volt.

Aujeszký László alig, hogy az Intézetbe került már figyelmet keltő dolgozatai jelentek meg a Természettudományi Közlönyben: „A talaj hőmérsékleti kutatások” majd „A hőmérséklet eloszlása zárt helyiségekben” címmel. 1925-ben a Duna-Tisza-Közi Mezőgazdasági Kamara (Kecskemét) pályázatot hirdetett azzal a céllal, hogy „Lehet-e emberi beavatkozással, s ha igen, mi módon és mily irányban az alföldi mezőgazdálkodás biztosabb alapra fektetése érdekében az éghajlati viszonyokra befolyást gyakorolni?”. A fiatal meteorológus Aujeszký pályázatot nyújtott be, amit nagy elismeréssel megnyert, és neve egy csapásra ismert lett a mezőgazdasági szakemberek előtt. „VÉDEKEZÉS AZ IDŐJÁRÁSI KÁROK ELLEN” címmel a Magyar Meteorológiai Társaság ezt kiadta könyvben. Alapvető megállapításai még ma is teljesen helytállóak. Választ adott a súlyos kérdésekre, és megjelölte a beavatkozás le-

hetőségeit. Magyar, német, francia, angol, olasz nyelven megjelent teljes irodalmi ismertetés széleskörű tájékoztatásáról tett tanubizonyosságot. Ez után a „NÉPSZERŰ IDŐJÁRÁSTAN” című kis könyvével a széles mezőgazdasági rétegeknek nyújtott igen jó tájékoztatást a meteorológiáról. 1928-ban a Magyar Meteorológiai Társaság egyik alapító tagja, egy ideig jegyzője, majd titkára és az IDŐJÁRÁS szerkesztője.



Aujeszky Lászlónak óriási érdeme, hogy megalapozta a korszerű időjárás előrejelzését hazánkban, azt nemzetközi színvonalra emelte. Egyik külföldi tanulmányútjáról hazatérve meghonosította a „bergeni iskola” korszerű, légtömegekre és frontokra épült analízis módszerét. Bevezette az időjárás folyamatok háromdimenziós szemléletét. Ha semmi többet nem tett volna, már ezzel is beírta nevét a magyar meteorológiai fejlődés történetébe. Később a szinoptika hazánkban vele fejlődik. 1932 és 1940 között számos dolgot jelent meg az időjárás előrejelzés korszerű módszereiről. Ő volt az első hazánkban, aki az „időjárás előrejelzés művészete” helyett az időjárásra való fizikai következtetésekről beszélt és írt.

Népszerűvé tette az előrejelzést. Sohasem lépte át a tudomány adta lehetőségeket, mégis jelentősen bővítette azokat, az ország egyes részeinek és napszakoknak megjelölésével. Éppen 40 esztendeje, hogy bevezette az un. „helyi előrejelzést”, ami Budapestre vonatkozott. Számtalan intézmény, minisztériummal, vállalat, újsággal, rádióval tartotta a kapcsolatot, és segítette azok munkáját. Megbecsülést, tekintélyt szerzett a szakmának mérnöki, orvosi, mezőgazdasági, katonai, vízügyi stb. szakemberek vonalán.

1937-ben egyetemi magántanári képesítést nyert „Az időprognosztika fizikai módszerei” tárgykörből. 32 féléven keresztül tartott előadásokat az egyetemen. Igen sokan hallgattuk előadásait, hiszen rendkívül jó előadó volt. Előadásai végén mindig egy-egy érdekes problémát vetett fel, de ennek megoldását a következő órára hagyta, és így a hallgatók alig várták a következő előadást. Az Agrár- és Műszaki egyetemeken is több féléven át adta elő a meteorológiát.

1947-ben az Egyesült Államokban, Washingtonban a 24. Nemzetközi Igazgatói Értekezleten a magyar kormány megbízottjaként aláírta a Meteorológiai Világszervezethez (WMO) való csatlakozásunkat. 1952-ben felállítja a függőleges légoszlop energiájáról szóló tételét, majd elsőként ad módszert a légkör tehetetlenségi nyomatékának megbecslésére. Aujeszky kezdeményezője és szervezője az első orvos-meteorológiai tanfolyamoknak, ahol számos előadást tartott. 1954-ben a fizikai-tudományok kandidátusává minősítik, 1973-ban a földtudományok doktora lesz. Két ízben is meg-

kapta a „Steiner Lajos emlékérmét”. 1976-tól a Magyar Meteorológiai Társaság tiszteleti tagja.

Néhány könyvalakban megjelent munkája Aujeszky Lászlónak: Védekezés az időjárás károk ellen (1930), Az időjárás és a mindennapi élet (1933), Természettudományi lexikon (1934), A sztratoszféra (1934), Népszerű időjárás-tan (1936), Az időjárás és az ember (1939), A Léggör (TT.Társulat jubileumi Kiadásban 11 fejezet, 1939), Új fogalmak a meteorológiában (1942), A meteorológia helye a természetkutatásban (1934), A jégeső gyakoriság és valószínűség Budapesten (1947), A magyarországi gyógyhelyek éghajlata (1949), Mezőgazdasági meteorológia (Aujeszky, Béll, Berényi 1951), Természetes és mesterséges eső (Dési 1954), Az időjárás szélsőjei (1955), A légkör fizikája (1957), A felhők világa (1958), Értsük meg az időjárást (1960).

Számtalan cikke jelent meg a legkülönbözőbb folyóiratokban, mint a Földrajzi Közleményekben, Hidrológiai Közlönyben, Időjárásban, Orvosi Hetilapban, Katonai Szemlében, Természetjáróban, Élet és Tudományban, A természet világában és még sorolhatnánk tovább. Ez utóbbinak halá-

lág szerkesztő bizottsági tagja volt. Ismeretterjesztő cikkeinek száma meghaladja a több százat. Alig volt lap ahol nem jelent meg cikke. Igen termékeny író volt.

A tudományos ismeretterjesztés vonalán óriási űrt hagyott maga után, amit igen nehéz lesz pótolni.

Mély fájdalommal búcsúzik dr. Aujeszky Lászlótól, aki közel fél évszázadon keresztül dolgozott, nemes példát mutatott szerénységével, szorgalmával és nagy szakmai tudásával. Nemcsak becsültük, hanem szerettük. Lapunknak is munkatársa volt. Sírjánál utolsó búcsút a meteorológusok, a Meteorológiai Társaság, a barátok és tanítványok nevében dr. Béll Béla akadémikus vett. Emlékét kegyelettel megőrizzük.

Dr. Zách Alfréd

CSAPADÉKMÉRÉS, CSAPA DÉKMENNYISÉG TER MEGHATÁR

A csapadék az egyik legrégebben megfigyelt és mért meteorológiai elem. Magyarországon már a 17. század végén mérték a csapadék mennyiségét.

A csapadékmérés mai gyakorlata lényegében alig tér el a 300 évvel ezelőtől. Kis nyílásfelületű edényt helyeznek el a szabadban és azzal felfogják a hulló csapadékot. A felfogó edényben összegyűlt csapadékot mérőhengerbe töltik, melynek minden milliméter beosztása 1 m^2 nagyságú területre hullott 1 liter vizet jelent. Ezt használják a csapadék mértékeként. A felfogó edény formája, kiképzése, valamint a gyűjtő edény zárt elhelyezése a párolgás megakadályozására, helyenkint változik. Vannak országok, melyekben a csapadékmérő körüli légáramlás turbulenssé válását fokozó, ún. gallért alkalmaznak, abból a célból, hogy a csapadék a mérő edénybe hulljon erős szél esetében is, ne sodródjon ki belőle. Kialakult annak is a gyakorlata, hogy a mérő edényt a környezeti viszonyoktól függően, háztól, fáktól milyen távolságban kell elhelyezni, ill. a földfelszín felett milyen magasságban.

Magyarországon 1962-1966 óta a Csomor-féle csapadékmérőt használják a meteorológiai állomásainkon. Ez a csapadékmérő $1/50 \text{ m}^2$ felfogó felületű. A tölcser és a hengerpalást felfelé nyúló része mélyhúzással egyetlen darabból készült (lehetetlen a kiszívargás!), azt veszi körül köpenyszerűen még egy

második henger. (Innét származik a másik elnevezése: kettősfalú csapadékmérő.) A kettőshengerfal oly módon van a gyűrűhöz illesztve, hogy bármily csekély beszívargás is lehetetlen. Mintegy 900 darab ilyen csapadékmérő képezi az Országos Meteorológiai Szolgálat csapadékmérő hálózatát, szisztematikus, de nem egyenletes elosztásban az országban.

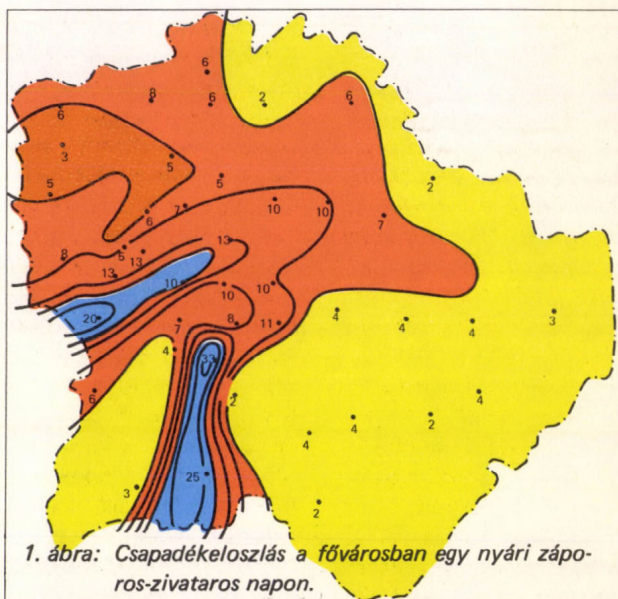
A csapadékmérőket attól függően, hogy milyen rangú meteorológiai állomásról van szó, naponta egyszer vagy többször leolvassák, ill. megméri a bennük összegyűlt csapadékot (hó esetében az összegyűjtött havat megolvasztják mérés előtt), és milliméterben megadják a mennyiségét.

Régi tapasztalat, hogy az így mért csapadék mennyisége mérési pontonként igencsak változik, sőt egy adott pontban az időben is

nagy, sokszor rendkívüli változékonyságot mutat. Ez más szóval azt jelenti, hogy a csapadékmérővel mért csapadék mennyisége csak a mérési pontban tekinthető szigorú értelemben valóságosnak. A meteorológiában és a hidrológiában azonban a csapadékmennyiség területi eloszlásának ismeretére van szükség a mindennapi feladatokhoz. Ezért a fentiek értelmében a valamely területre lehullott csapadék mennyiségét a sűrűbb-ritkább csapadékmérő hálózatban mért adatokból határozzák meg.

Könnyen belátható, hogy a területi csapadék meghatározása - többek között - erősen függ a területen lévő állomások számától. Ezt az alábbi példán mutatjuk be.

Az elmúlt év (1977) egyik nyári napján, záporok-zivatarok formájában, illetve kíséretében, szeszélyes eloszlásban, igencsak eltérő



1. ábra: Csapadékeloszlás a fővárosban egy nyári záporos-zivataros napon.

ÜLETI OZÁSA

mennyiségű csapadék hullott a főváros területére. A csapadékmérő állomások adatait, a havonta (!) beküldött jelentések után, az 1. ábrán látható módon feltérképeztük, 5 mm-enként kihúztuk a csapadéktérképen az izohiétákat (az azon pontokat összekötő vonalakat, ahol azonos mennyiségű csapadék hullott), és meghatároztuk a főváros területére lehullott csapadék mennyiségét. Majd a lehetséges 44 állomásból véletlenszerűen kiválasztottunk 3, 12, 24, 35 állomást, melyekre a fenti eljárást megismételtük. Eredményül az 1. táblázatban felsorolt adatokat kaptuk. A táblázatból látható, hogy a meghatározott csapadékmennyiség jelentősen eltér a leginkább elfogadható 5,5 millió m³ értéktől. Ha a fővárosra lehullott vízmennyiség meghatározására egy másik becslési eljárást alkalmazunk, például a számtani közép módszerét, és ehhez a naponta jelentést küldő állomásoknak: a budapesti Csillagdának, az OMSZ észlelőkertjének, valamint a szekuláris állomásnak a jelentéseit használjuk fel, akkor a táblázatba foglaltaktól méginkább eltérő értéket, 8,1 millió m³-t kapunk.

A területi csapadék mennyiségének meghatározására a példánkban alkalmazott izohiétás és számtani közép módszerén kívül ismeretek még más módszerek is. Anélkül azonban, hogy ezeket az eljárásokat most bemutatnánk, csak annyit jegyzünk meg, hogy végülis

I. táblázat
Egy nyári napon Budapest területére lehullott csapadék mennyisége, különböző módon és különböző számú csapadékmérő állomás alapján számítva.

	Állomások száma				
Csapadék mennyisége (millió m ³)	3	12	24	35	44
izohiétás módszer	5,7	5,2	4,8	6,2	5,5
számtani közép módszerével	8,1	6,0	4,9	5,7	5,5

minden eljárás látnivalóan többé-kevésbé eltérő eredményt ad.

Összefoglalóan megállapíthatjuk tehát, hogy a területi csapadék mennyiségének a meghatározása függ a terület nagyságától, a területen lévő állomások számától, az egyes pontokban végzett mérések pontosságától és reprezentativitásától, a csapadékmező változékonyságától, a területi mennyiség képzésére alkalmazott eljárástól.

Magyarországon 20 úgynevezett szinoptikus meteorológiai főállomás van, ahol 6, ill. 12 óránként mérik és jelentik a csapadék mennyiségét. 100 azoknak a meteorológiai állomásoknak a száma, ahol napjában egyszer mérnek és jelentenek csapadékmennyiséget, és 780 olyan állomásunk van, ahol ugyan naponta mérik a lehullott csapadék mennyiségét, de csak havonta egyszer küldik meg a mérések eredményét. Ebből következik, hogy míg a helyes csapadékeloszlás utólagos meghatározásához 900 állomás jelentéseit használhatjuk fel, a napi meteorológiai és csapadékszinoptikai feladatok ellátásához szükséges napi összesítő csapadéktérkép előállításához mindössze 100-120 állomás jelentései állnak rendelkezésünkre. Ez pedig az előrebo-

csátottak tükrében aligha elegendő.

A valamivel több, mint negyedszázaddal ezelőtt még féltve őrzött hadieszköznek, a rádiólokátornak vagy másképpen a radarnak a meteorológiai alkalmazása jelentős változást hozott a meteorológiai megfigyelések terén: a pontszerű mérésekről áttérhetünk a közvetlen területi mérésekre. Amint a LÉGKÖR korábbi számaiban már hírt adtunk arról, a rádiólokátorral nagy terület felett, mondhatni „egy szempillantás” alatt felderíthetők a felhő-csapadék rendszerek, meghatározható azok térbeli elhelyezkedése, fejlődésük, mozgásuk.

A cseppek halmazából álló, r távolságban lévő felhő-csapadék zónáról visszaverődött és a radar által felfogott P_r elektromágneses energia nagyságát meghatározzák a lokátor jellemző adatai (A), a térfogategységben elhelyezkedő visszaverő részecskék átmérője (D) és azok száma (N):

$$P_r = \frac{A N D^6}{r^2}$$

Ez az egyenlet minden olyan esetben érvényes, amikor a radar hullámhossza lényegesen nagyobb, mint a detektálandó részecskék átmérője. Tízcentiméteres hullámhosszon működő radarnál ez az összefüggés

nyilvánvalóan az esőcseppekre vonatkozik. Az esőcseppek mérete és száma azonban erősen változik, az eső típusától és intenzitásától függően, sőt időnként nagy időbeli változékonyságot is mutat (záporosó). A csapadékrészecskék méret szerinti eloszlását, spektrumát vizsgálva általában azt mondhatjuk, hogy csapadékhullás során igen sok kicsiny cseppecske és csak néhány nagyobb csepp vesz részt a folyamatban térfogategységenként. Kísérletileg az alábbi statisztikai kapcsolatot találták a csapadékspektrum és a csapadék intenzitása (I) között:

$$N D^6 = 200 I^{1,6}$$

Ez az összefüggés a legtöbb csapadékra érvényes. (Havazásra egy másik, hasonló összefüggést találtak.)

A két egyenletből következik, hogy

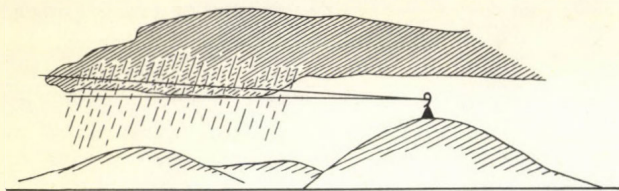
$$P_r = \frac{C I^{1,6}}{r^2}$$

ahol $C = 200 A$ -val. Ez annyit jelent, hogy az r távolságban lévő csapadékszónáról visszaverődött energia ismeretében meg tudjuk mérni a csapadék intenzitását. Minthogy a radar r -t és P_r -et igen nagy pontossággal tudja mérni, következésképpen a rádiólokátor csapadékmérésre kiválóan alkalmazható eszköz. Ennek felismerése és a rádiólokátoros csapadékmérés technikájának kifejlesztése, tökéletesítése gyökeresen megváltoztatja a csapadékmérés évszázados gyakorlatát.

A radaros csapadékmérés során a rádiólokátor antenája függőleges tengely körül forog, s a kisugárzott energia nyaláb kicsiny, lehetőleg minél kisebb, magassági szög alatt szondázza a légkör felszínközeli rétegeit (2. ábra). A kisugárzott

elektromágneses hullámok áthaladnak a felhő-csapadék rendszeren (metszik azt) és arról (pontosabban útjuk során abból) visszaverődnek. A visszaverődött jelek a felhő-csapadék rendszer vízszintes síkra eső vetületét rajzolják a rádiólokátor ernyőjére. Így a rádiólokátor

jobb lesz, minél gyakoribb mérések, mintavételek alapján határozzuk meg a csapadék mennyiségét, amint azt sematikusán a 4. ábra is mutatja záporos esetben. Nagyobb terület felett azonban a helyzet ennél lényegesen jobb; a mintavétel gyakorisága az eredményt



2. ábra: Csapadék detektálás radarral.

hatósugarában minden időpillanatban tudjuk, hogy a tér valamely pontjában van-e csapadék: megkapjuk a csapadék területi eloszlását, s a jel nagysága megadja a csapadék pillanatnyi intenzitását (3. ábra). Az intenzitás értékek integrálása, összegezése révén pedig megkaphatjuk a valamely időszakban lehullott csapadék mennyiségét a vizsgált terület felett. Nyilvánvaló, hogy az eredmény - valamely pontot vagy kicsiny területet tekintve - annál

kevésbé befolyásolja. Általános gyakorlat, hogy az ilyen módon radarral mért csapadékösszegeket kalibrálási célból összevetik néhány csapadékmérő adataival. A leírt csapadékmérési eljárásnak az előnyei nyilvánvalóak; közülük is a legnyilvánvalóbb, hogy egyetlen pontból több tízezer, sőt egy-két százezer négyzetkilométer nagyságú területet tarthatnak állandó megfigyelés alatt, és folyamatosan nyomon követhetjük a csapadékfolyamatok alakulá-

sát. Előnyei közé tartozik az is, hogy a mérések eredményei lényegében real-time módban alkalmazhatók. Nem túlzás tehát, ha azt állítjuk, hogy csak a távjelző csapadékmérő berendezések ezreivel érhetnénk el megközelítőleg azonos értékű eredményt.

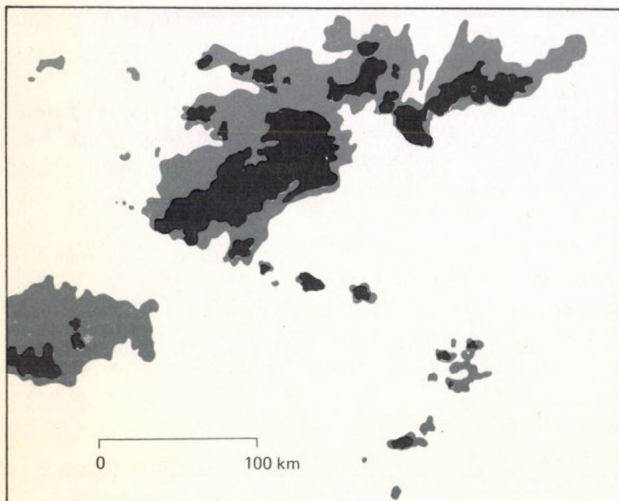
Természetesen az imént egyszerűsítetten leírt radaros csapadékmérési eljárásnak megvannak a maga korlátai. Ezek közül talán a legfontosabb az, hogy csak a légkör alsó rétegeiből (1000-1500 m magasságig) érkező radarjelek hozhatók reális kapcsolatba a talajon valóban felfogott csapadék mennyiségével. Ezért a rádiólokátoros csapadékmérés területe a lokátor meghatározott körzetére terjed ki. Ennek a területnek a sugara általában 100-150 km, a rádiólokátor típusától, a csapadék fajtájától és a domborzati viszonyoktól függően. Bizonyos értelemben az eljárás korlátai közé tartozik annak következménye is, hogy a rádiólokátoros csapadékmérést általában nem folyamatosan végezzük, hanem meghatározott időközönként (a közbenső időben a radar a tér más részeit kutatja).

Annak illusztrálására, hogy milyen pontosságot érhetünk el a radarral történő csapadékmérésben, a Deefolyó völgyében (Észak-Wales) megvalósított kísérleti vízszabályozási rendszer működése során nyert eredményeket idézzük.

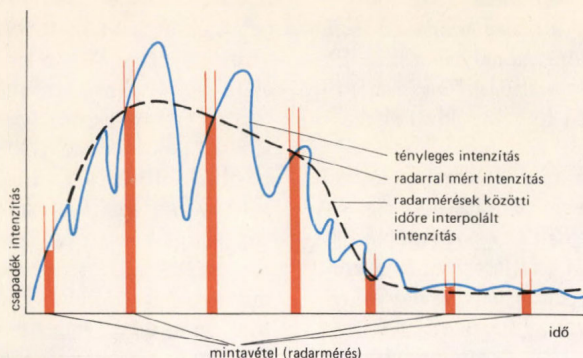
A kísérleti rendszerben összehasonlították az egyes csapadék típusok előfordulása során kalibrált radarral mért csapadék mennyiségét a sűrű csapadékmérő hálózattal meghatározott (és a radarmegfigyelésekkel kiegészítve pontosan interpolált) csapadékeloszlással. Ezt a viszonyítási alapot ne-

vezték optimálisan meghatározott csapadékeloszlásnak. Eredményül azt kapták, hogy a kalibrálási pont 20 km sugarú környezetében a radarral mért csapadék mennyisége 15-20 %-kal tér el az optimális módon meghatározott csapadék mennyiségétől. Ez a hiba a kalibrálási ponttól távolodva ugyan növekszik, hosszabb integrálási időt véve azonban csökkenthető.

Az összehasonlító vizsgálatok eredményeiből egyúttal választ kaptak arra is, hogy hány csapadékmérő állomásra van szükség ahhoz, hogy ugyanolyan pontosságú csapadékadatokat kapjunk, mint a kalibrált radaros csapadékmérések során. Nagykiterjedésű, tartós csapadékszóna esetén a radarral mért eredményekkel azonos eredményt szolgáltat az olyan csapadékmérő hálózat, melyben 1000 km²-enként 10 csapadékmérő állomás van. Záporos csapadék mezőben azonban az ugyanilyen pontosságú eloszláshoz ötször annyi csapadékmérő állomásra van szükség. A fentiekhez hasonló eredményeket másutt is elértek már. Az eredmények értékelésénél azonban - személyes tapasztalataim szerint - az értékelők csupán arra figyelnek fel, hogy a radaros csapadékmérés pontossága hány százalékkal tér el az optimálisan meghatározott csapadékeloszlástól, és megfelelnek nek arról, hogy ilyen optimális hálózattal sem a meteorológusok, sem a hidrológusok nem rendelkeznek gyakorlati feladataik végrehajtásához. Mindezek alapján megkockáztatjuk annak kijelentését, hogy a korszerű eszközökkel, körültekintően és korrektül végrehajtott radaros csapadékmérés legalábbis azonos értékű a jelenlegi napi csapadékmérési gyakorlattal, s



3. ábra: Radarral mért csapadékinintenzitás eloszlás megjelenítése a szürke szín árnyalatainak alkalmazásával (a különböző árnyalatok határai az intenzitás mm/ó-ban kifejezett izovonalai).



4. ábra: Záporeső tényleges lefolyása és a radarral időszakosan végzett mérések (mintavételek) alapján valószínűsített lefolyása.

operativitás tekintetében fölülmúlja azt. Remélhetőleg, a nem nagyon távoli jövőben, a radaros csapadékmérés mindennapi hazai gyakorlata kellőképpen iga-

zolja a ma még bizonyára kétkedéssel fogadott kijelentésünket.

Kapovits Albert

KISLEXIKON

FOLYÓIRATUNKBAN ELŐFORDULÓ METEOROLÓGIAI SZAKKIFEJEZÉSEK MAGYARÁZATA

Hőmérsékleti anomália

(A téli hőmérséklet és a hó-takaró kapcs.)

Az a különbség, amely egy adott hely valamely éghajlati elemének (rendszerint hőmérséklet) értéke és az elemek az ezen a helyen átmenő egész szélességi körre kiszámított középértéke között van.



Inverziós réteg

(A levegőtisztaság védelme) Horizontális, vagy közel horizontális kiterjedésű levegőréteg, amelyben a lég hőmérséklet emelkedik a magassággal.



Instabilitási vonal

(Instabilitási vonalak júliusban)

A légkör vonalas alakzatba rendeződött, nem frontális eredetű, konvektív aktivitása. Rendszerint több száz kilométer hosszú és néhány-szor tíz kilométer széles tartomány, amely legtöbbször a fejlődő ciklonok meleg szektorába helyezkedik el.

Anticiklon

(Rendkívüli lehűlés Magyarországon)

Szinoptikus skálájú cirkulációs rendszer, amelyben a lokális vertikális körüli rotáció a földforgással ellentétes, azaz felülről nézve az északi féltekén az óramutató járásával megegyező. A szinoptikus térképeken magasnyomású területet körülölelő izobárok formájában jelenik meg.



Aerosol

(Met. álls. szerepe a paksi atomerőmű környezetvédelmi rendszerébe)

A Föld felszínét alkotó, illetve a földfelszínen található anyagok mechanikus osztódásával kialakuló és a légmozgások segítségével a légkörbe kerülő, valamint különböző kémiai reakciók révén a légkörben keletkező idegen anyag, amely a levegőben rövidebb-hosszabb ideig lebegve marad.

Izohiéta

(A téli hőmérséklet és a hó-takaró kapcs.)

Egy adott időszak folyamán vagy egy bizonyos csapadékos periódus esetén az azonos csapadékmennyiséget észlelő földrajzi helyeket összekötő görbe.



Háttérszennyezettség

(A levegőtisztaság védelme) Szennyező források közvetlen hatásától nem érintett területek levegőszennyeződése. Megkülönböztetünk globális-, kontinentális, regionális és városi háttérszennyezettséget.



Turbulens Diffúzió

(Met. álls. szerepe a paksi atomerőmű környezetvédelmi rendszerébe)

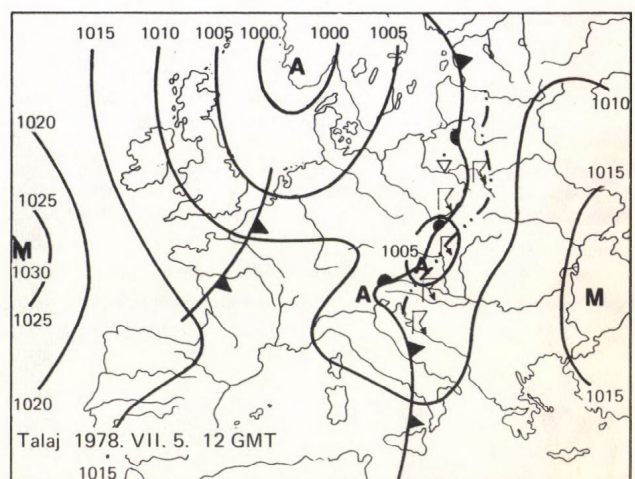
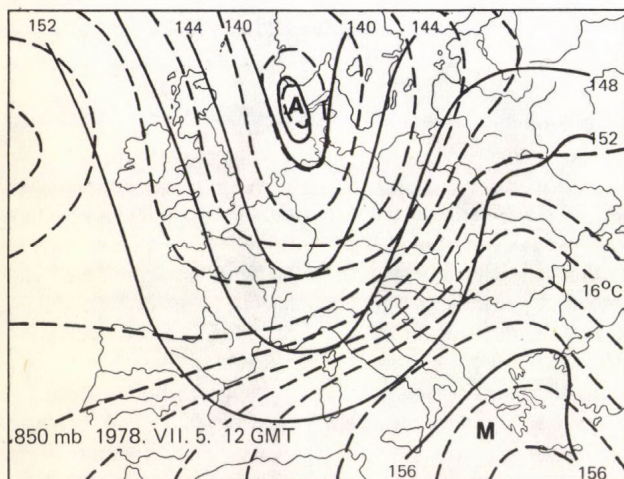
A turbulens áramlásban valamely konzervatív tulajdonságnak az örvények által okozott diffúziója. A légkörben a turbulens diffúzió rendszerint sokkal hatékonyabb, mint a molekuláris diffúzió.

A balatoni, a velencei tavi viharjelzésben, a népgazdaság számos területén, valamint a kisgépes repülésben is egyre szükségesebbé válik a veszélyes időjárási helyzetek rövidtávú előrejelzése és a riasztások megszervezése. A kisgépes repülést különösen veszélyeztető időjárási jelenségek közül nagy szerepe van a helyi zivatarokat kísérő szélviharoknak (kifutó szél), valamint a hideg frontok előtt kialakuló instabilitási vonalaknak. Az utóbbi években nagyobb személyi és technikai felszereléssel veszünk részt vitorlázó-repülő versenyeken, mivel ez hozzájárul a sikeresebb veszélyjelző és riasztó tevékenységünkhöz. 1978 nyarán a Budapest Bajnokságon Dunakeszin és a Nemzeti Bajnokságon Szegeden komoly károkat előzött meg az idejében történt instabilitási vonal-előrejelzés. A júliusban keletkezett instabilitási vonalak közül a július 5-i és a 18-i esetet vizsgáltuk meg kissé részletesebben. A kettő között keletkezésben, intenzitásában, vonulásban, valamint az azt követő hideg front jellegében lényeges különbséget találtunk, a repülőtéren pedig személyesen is

nyomon követhettük előrejelzésünk gyakorlati felhasználását és jelentőségét is. A július 5-i időjárási helyzet elemzését a 12 GMT makroszinoptikus térképek rövid vizsgálatával kezdjük. Az Atlanti-óceán felett 1030 mb-os maggal anticiklon helyezkedik el. Közép-Európában ugyanakkor kiterjedt frontzóna húzódik az Appennini-félszigettől a Kárpát-medence nyugati részén át egészen a Balti-tenger térségéig. A zóna szélessége kb. 300 km és több hullám található rajta. Ezen a területen sokfelé hullik záporosó, illetve keletkezik zivatar. A szél csak időnként éri el a viharos fokozatot. A 850 mb-os, a 700 mb-os és az 500 mb-os magassági térképen is hatalmas kiterjedésű E-D irányú légnyomási teknő analízálható. A teknő tengelye kissé nyugatabbra van az említett frontzónától. A teknő előoldalán igen erőteljes melegnyelv helyezkedik el. Ez a meleg gerinc a Balkán-félszigettől egészen a Kárpát-medencéig terjed. A magasban megindult hideg advekcio és az alacsonyabb szintekben lévő meleg miatt a légrétegződés erősen labilizálódott. Már a délelőtti órákban a front

előtt mintegy 200-300 km-rel a meleg gerincben instabilitási vonal jelent meg. Ennek haladási sebessége a hideg fronténál jóval nagyobb volt. Ezután elemezzük röviden az instabilitási vonalat. A hajnali és reggeli meteorológiai észlelések adatai szerint az országban általában változó a felhőzet, gyenge a szél. A légnyomási tendencia sem számottevő. A hőmérséklet azonban magas, reggel 7 órakor már 18-23 fokot mutatnak a hőmérők. A cumulus-képződés már 7 és 8 óra között megindult, ugrásszerű változást pedig 11 óra után figyeltek meg. A nyugati országrészben erőteljes nyomássüllyedés kezdődött, megjelent a cumulonimbus felhőzet, a délnyugati szél pedig nyugatira, északnyugatira fordult és hirtelen megerősödött. Kezdetben a szélökések sebessége 15-20 m/s volt, később 25-30 m/s lett az általános. A legnagyobb szélökést, 35 m/s-ot Siófokon mérték. A láncba rendeződött cb felhők vonulási iránya délnyugat-északkelet irányú volt. Az instabilitási vonal áthaladását intenzív zivatarok jelezték, helyenként jégeső kíséretével. A le-

hullott csapadék mennyisége 15 és 30 mm között volt, amely általában 10-15 perc alatt esett le. Az instabilitási vonal után jelentősen visszaesett a hőmérséklet (többfelé 10-15 fok), majd néhány óra elteltével ismét emelkedni kezdett. A viharos északnyugati szél rohamosan mérséklődött, iránya pedig újból délies lett. A légkör nagymértékben felfokozódott labilitására jellemző, hogy zivatarokról még a késő esti órákban is érkezett hír a keleti országrészből. Az instabilitási vonalat követő hideg front a déli órákban érte el az országot. Ennek vonulását is többfelé kísérte zápor, zivatar, intenzitásuk azonban elmaradt az instabilitási vonalétól. A június 18-i időjárási helyzet rövid áttekintésével kezdjük az ezen a napon kialakult instabilitási vonal vizsgálatát. Az éjfél talajtérkép Közép-Európa fölött jellegtelen nyomási konfigurációt mutat. A nyomás a terület nagy része fölött 1015 és 1020 mb között van, határozott irányú légmozgás a talajközeli rétegben még nem alakult ki. Franciaország fölött ugyanakkor egy sekély nyomási



teknő húzódik É-D irányba. A talajközelen még nem alakult ki éles frontzóna, a 850 mb-os magassági térképen azonban már igen. Brest és Párizs között 8 fok a hőmérséklet-különbség, a szél pedig északnyugati az előbbi, és délnyugati az utóbbi megfigyelő helyen. A frontzóna előtt a megerősödő délnyugati szél átlagosan 5 fokkal melegebb levegőt sodor a Kárpát-medence felé. A 700 mb-os szinten a melegadvekcio mértéke ennél kisebb. Az 500 mb-os magassági térképen pedig az Alpok fölött egy hidegcsepp található, amelyet az ezen a szinten kialakult közel nyugat-keleti irányú áramlás a Kárpát-medence fölé szállított.

Magasban hidegadvekcio, valamint a talajközelen és az alsóbb légrétegekben végbemenő melegadvekcio erősen labilizálta a légrétegződést hazánk fölött is. A szinoptikus térképek alapján jól nyomon követhető az éjféltől még Nyugat-Európa fölött húzódó nyomási teknő kimélyülése és kelet felé történő áthelyeződése. 12 órakor a front már elérte az Alpok vonulatát, a nyomási mezőben pedig egy 1010 mb-os mag keletkezett az

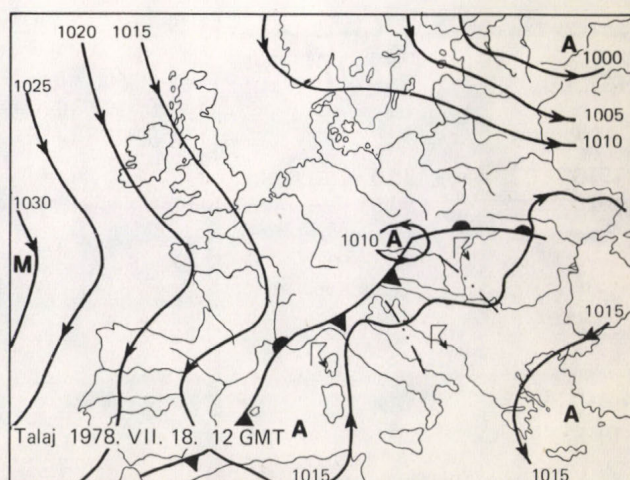
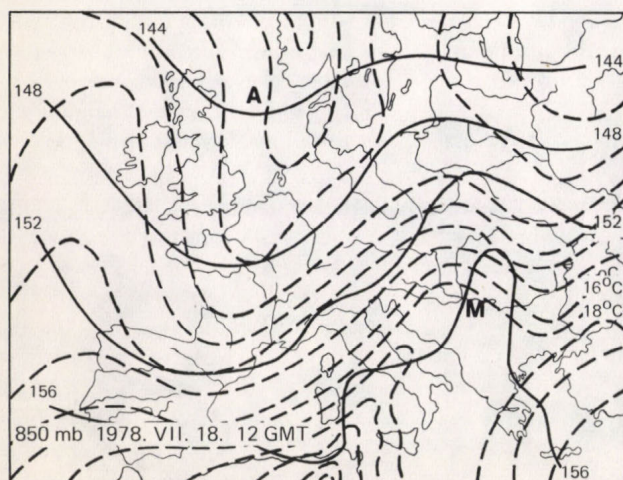
Alpoktól kissé északra. Az eddig gyorsan mozgó frontzóna sebessége jelentősen lelassult, és a Földközi-tenger nyugati medencéjében a francia-spanyol partoknál hullám keletkezett a fronton. A magassági térképek szerint 12 óra alatt a frontzónában lévő hőmérséklet-különbség tovább növekedett és igencsak megközelítette a Kárpát-medencét. A hideg front előtti tág melegszektorban több zivatarlanc ill. instabilitási vonal is kialakult.

A cumulus képződés az országban 9 óra után indult meg, először a nyugati megyékben. Intenzitására jellemző, hogy rövidesen cb-ké fejlődtek. A radar-megfigyelések szerint a felhőzet többfelé vonalba rendeződött, de a déli órákig csak helyi záporok alakultak ki, és csak a Dunántúlon. A több hullámban keletkező felhőzónák mozgása - a mérések szerint - egész nap közel azonos volt, 260 foktól 080 fok felé, átlagosan 30-35 km-es óránkénti sebességgel. 15 órakor már szépen kirajzolódik egy éles konvergencia zóna, amelyben zivatarlanc alakult ki kb. a Budapest-Kecskemét vonalon. A mért adatok sze-

rint a zivatarlanc legerősebb „láncszeme” Budapest környékén volt. A zivatart jég-eső kísérte, és az intenzív csapadék miatt a látástávolság jelentősen lecsökkent (8 km-ről 300 m-re). A legerősebb szellőkések meghaladták a 15 m/s-ot. A délutáni órákban továbbra is a keleti országrészből jelentettek heves zivatarokat. 16 és 17 óra között a Tisza vonalától keletre képződtek újabb zivatarlancok. A legintenzívebb zivatartevékenységet ezen a vidéken Túrkevéen észlelték. Hevességére jellemző néhány adat: A széliró 33 m/s erősségű szellőkést rögzített, a zivatart itt is jég-eső kísérte, és a lehullott csapadék mennyisége 53 mm volt. Jég-esőt és 34 ill. 38 mm-es csapadékot mértek ebben az időszakban Köröszakálon, valamint Szeghalmon. A békéscsabai zivatarnál „csak” 16 m/s-os szellőkést jelzett a műszer. A Dunántúlon a kora esti órákban alakult ki instabilitási vonal. 18 órakor Sopronban, majd Szombathely-, Szentgotthárd- és Zalaegerszeg vonalában keletkeztek zivatarok. A 12, 13 ezer méter magasra nyúló cumulonimbusokból kiadós csapadék hullott ezen a vidéken

is, többfelé jég-esővel. Körömen 52 mm, Szentgotthárdon 34 mm eső esett. Ez utóbbi helyen viharos szél is kísérte a zivatart, 18 m/s volt a legerősebb szellőkés. Az instabilitási vonal a Pápa-Dunaújváros-Kecskemét vonaltól északra és keletre már elmosódott. A 18-i időjárási helyzetben - az 5-ivel ellentétben - nem alakult ki az egész országban átvonuló és ugrásszerű változást hozó instabilitási vonal, hanem a több, intenzitásában általában gyengébb keletkezett. Amiben lényeges különbséget láttunk a két nap időjárásában, az többek között az, hogy a július 5-i instabilitási vonal jobban együtt mozgott a fronttal, és lényegesen nagyobb energia halmozódott föl benne, mint az azt követő hideg frontban. A július 18-i ettől abban különbözött, hogy a frontot az Alpok hegyvonulata feltartoztatta, és „vesztelő” helyzetében olyan nagy mennyiségű energia gyülemlt fel, hogy miután átlépte az Alpokat fél nap alatt szinte végigsöpört az országon.

Demeter Éva
Bozók István



az időjárás magyarország

Az 1978-as év időjárását hazánkban hűvös és jobbára csapadékos nyári félév, száraz ősz, valamint hideg és napfényben rendkívül szegény november jellemezte.

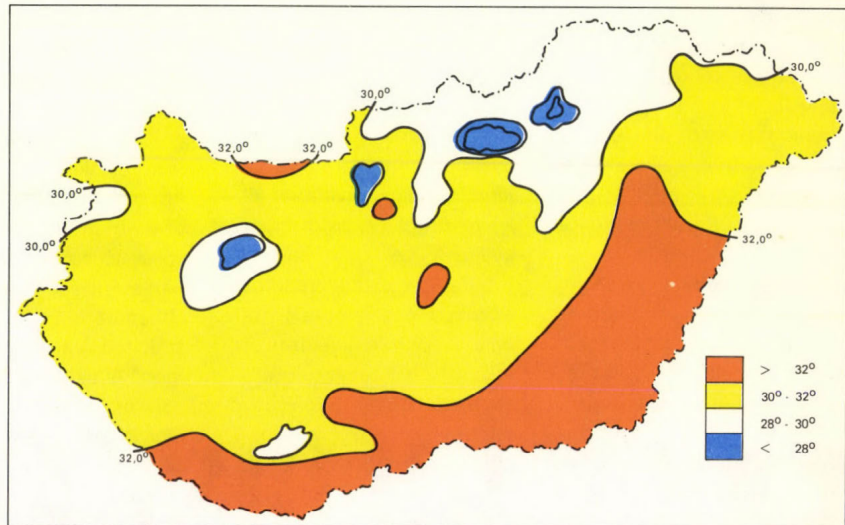
Áprilistól szeptemberig minden hónap középhőmérséklete a sokévi átlag alatt maradt. Ez a negatív hőmérsékleti eltérés nem rekordérték ugyan, de szerencsére ritkán fordul elő. Budapesti adatok szerint a hat hónap átlagos hőhiánya 1.0°C és ezzel a hatodik leg-hűvösebb nyári félév ebben az évszakban.

A rangsorban ezt az „előkelő” helyet az évszaknak megfelelően jóval hűvösebb májusi, júliusi és augusztusi időjárás eredményezte. A havi középhőmérsékletek eltérése a 100 éves átlagtól Budapesten rendre: -1.5 , -1.7 , -1.2°C . A két nyári hónapban mindössze 2 hetes meleg periódus volt (július utolsó napjai, augusztus első hete), az időszak többi részében az 1-2 napos gyenge felmelegedéseket 8-10 napos erőteljes lehűlések követték.

Hazánkban szintén nem gyakori, hogy a július és augusztus ugyanabban az évben mélyen átlag alatti hőmérsékletű legyen. Budapesti adatok szerint ebben az évszázadban kétszer, 1913-ban és tavaly fordult elő. (1. táblázat)

1. táblázat

Budapest	abszolút maximum	
	VII.	VIII.
	$^{\circ}\text{C}$	
1913	28.5	29.7
1978	30.5	32.1
sokévi	38.4	39.0
középhőmérséklet		
Budapest	VII.	
	VII.	VIII.
	$^{\circ}\text{C}$	
1913	18.4	18.7
1978	20.0	19.7
sokévi	21.7	20.9



A táblázatban e két nyári hónap átlagos és maximális hőmérsékleteinek 1913-ban és 1978-ban mért értékeit, valamint 100 évi normálját, és az eddigi legmagasabb hőmérsékletét (absz. max.) mutatjuk be.

Térképünk az 1978 évi abszolút maximumok országos eloszlását szemlélteti. A legmagasabb hőmérsékletet $33,6^{\circ}\text{C}$ fokot Bácsalmáson, augusztus 8-án mérték. Eszerint „forró nap” (maximum $\geq 35^{\circ}$) a múlt évben hazánk legmelegebb tájain sem volt, pedig itt nyaranta átlagosan 2-4 forró nap szokott előfordulni.

A hűvös csapadékos nyarat száraz ősz

követe. Bács-Kiskun megye nagy részén, és a szomszédos megyék vele határos területein az őszi csapadékmennyiség 30-50 mm között alakult. Ennek az országrésznek az átlagos csapadékösszege az őszi időszakban 130-160 mm közé esik. Elsősorban október és november folyamán hullott kevés csapadék. A csapadékhiány mindkét hónapban az egész országra kiterjedt, de a fent említett megyék területén különösen megmutatkozott. Ennek eredményeként az októberi és a novemberi csapadékösszeg sok helyen csupán 10-15 mm, amely számos állomás sokévi megfigyelése alapján a nor-

19

szélsőségei országban

2. táblázat

1978.	Kékestető	Budapest-KLFI	Szeged
maximum	9,0	-0,2	1,5
XI. 13. minimum	0,9	-1,6	-0,5
középhőmérséklet	4,5	-0,9	0,5
maximum	8,8	0,2	-1,2
XI. 16. minimum	0,4	-3,1	-3,0
középhőmérséklet	3,9	-2,5	-2,2
maximum	7,8	-0,6	-1,6
XI. 20. minimum	0,2	-2,6	-2,6
középhőmérséklet	3,2	-1,9	-2,1

mális mennyiség 10 %-a alatt maradt. Ezeken a csapadékmérő állomásokon e két havi csapadékmennyiség az eddigi legkisebb érték.

Az október havi 0-2 mm, és különösen a november havi 4-7 mm közötti csapadékmennyiség Magyarországon csak ritkán fordul elő.

1978. november hónap folyamán a Kárpát-medence felett mintegy három héten át anticiklonális időjárás uralkodott, melynek következtében kb. 1000 m vastag, hideg légpárna alakult ki, ködökkel és stratus felhőzettel. A légnyomás november havi középértéke budapesti adatok szerint 8 mm-el volt

magasabb a sokévi átlagnál. A 1015 m tengerszintfeletti magasságú kékestői meteorológiai állomás az inverziós rétegből kiemelkedett, ezért zavartalan napsütést élvezett. A napos órák havi összege 146, amely 172 %-a az átlagos novemberi havi napfénytartamnak. Magyarországon novemberben ilyen sok napsütést még nem mértek. Ezzel szemben a napfényes órák november havi összege az Alföldön 10 óránál, a Tiszántúlon 5 óránál is kevesebb. Szegeden a „napfény városában” egyetlen órára sem sütött ki a Nap. (A napfénytartam 70 évi átlaga Szegeden novemberben: 82 óra.) A mérések óta

ilyen totális napfényhiány sem novemberben, sem más hónapban nem fordult elő. A Szeged-i 0.0 óra napfénytartam tehát helyi és egyben országos napfény-minimum.

Ez az időjárási helyzet természetesen a hőmérséklet alakulását is meghatározta. A november havi középhőmérséklet értéke a Kékesen 1,6 °C volt, amely 0,6 °C-al magasabb a normálnál. Az ország síkvidéki, napfényben szegény területein ugyanakkor 3,0-3,8 °C-os negatív hőmérsékleti eltérések adódtak a sokévi átlaghoz viszonyítva. Szegeden például az átlagos novemberi középhőmérséklet 5,5 °C, 1978-ban 1,8 °C. Az utóbbi 100 év megfigyelése alapján ez a harmadik leghidegebb november Szeged térségében.

A hegy és síkvidékek közötti hőmérséklet különbség egy-egy konkrét napon egészen kiugró volt, amit a 2. táblázatban Kékestető, Budapest-KLFI és Szeged állomások napi maximális, minimális és középhőmérsékletei reprezentálnak.

A 2. táblázatban feltüntetett napok hőmérséklet értékei az őszi hideg légpárnás időjárási helyzetek tipikus példája. 1000 méter magasságban 8-9 °C-os nappali felmelegedések is előfordulnak ugyanakkor a 100-200 m-nél alacsonyabb tengerszintfeletti magasságú területeken téliiesen hideg az idő. (max. ≤ 0°).

Magasléghőmérséklet mérések szerint a Kárpát-medence felett mintegy 2000 m magasságig november hónap folyamán csaknem három héten át pozitív volt a hőmérséklet. Ennek eredményeként az 1500, sőt a 2000 méteres szint havi középhőmérséklete alig különbözik a talajszinttől. Más helyzetekben általában ez a különbség a 10 °C-ot is eléri, vagyis az említett szintekben, jóval alacsonyabb a hőmérséklet, mint a talaj közelében.

Szalma Jánosné

7 8

JÉGESŐELHÁRÍT

Bevezetés

A jégverés, mint éghajlatunkra jellemző természeti csapás, mezőgazdasági termelésünkben rendszeresen, vagyis évről-évre jelentős károkat okoz. Ez elsősorban az Állami Biztosító (ÁB) statisztikáiban tükröződik, melyek mutatják, hogy Magyarországon, az 1961-66 közötti időszakban a jégesők a növénytermelés teljes termelési értékének 1.5 %-át pusztították el (ez mintegy évi 350 millió forint kártérítési összegnek felelt meg), ami több, mint a következő évekre tervezett termésnövekedés. A kárkifizetések a 70-es évek első felében ugrásszerűen, kerekén 1 milliárd forintra növekedtek: 1976-78 között pedig elérték, ill. meghaladták az 1.5-2.0 milliárd forintot. Mivel a jégesők gyakorisága számottevően nem változott, a károk növekedése a mezőgazdasági termelés jelentős fejlődésének közvetett „eredménye”. Bár a következő években ilyen intenzív növekedés nem várható, ez mégis aláhúzza a káros (periferiális) hatások csökkentésének igényét.

A magyarországi kárkifizetések kb. 2.5-3 %-át teszik ki annak a mintegy 2 milliárd dollárnyi termésvesztésnek, melyet ez a természeti csapás - a Meteorológiai Világszervezet (WMO) hivatalos felmérései szerint - a Föld különböző országai-ban okoz.

Ez a termésvesztés a jégesemek okozta mechanikai

sérülések növényfiziológiai hatásaival kapcsolatos. E hatások komplex módon jelentkeznek a jégesők intenzitásának, az egyes kultúr-növények érzékenységének és vegetációs időszakának függvényében. A sérülések következtében kialakuló sokféle megbetegedés kártételei a következő évekre is áthúzódhatnak, s így a közvetlen károsodások többszörösét is kitehetik.

A károk nagysága önmagában is indokolja a védekezésre irányuló (tudományos) erőfeszítéseket. A WMO felmérései szerint (1972) 34 országban végeznek és másik 32 országban

készülnek végrehajtani jégesőelhárítási kísérleteket, ill. ezzel kapcsolatos kutatásokat.

A kérdés szubjektív oldala sem elhanyagolható tényező. A mezőgazdasági szakember elkeseredése az egész évi munkáját percek alatt tönkretévő jégveréssel szemben érthető: ismereteinek hiánya pedig bizonyos magyarázatot ad azokra a misztikus elképzelésekre, melyekkel a jelenséget értelmezni, kihullását pedig - az imádkozástól az 1. képen látható viharágyúig - meggátolni igyekeztek.

Fejlődést természetesen csak ismereteink lényeges



gyarapodása hozhatott. Ez az utóbbi 3-4 évtizedben következett be a korszerű megfigyelési és mérőrendszerek, ill. módszerek alkalmazása és a szerzett nagy mennyiségű adat elemzése révén.

A jégeső éghajlati és fizikai jellemzése, a védekezés elve és módszere

A jégeső nagy tér-és időbeli változékonysága, valamint korlátozott területi kiterjedése már a legegyszerűbb klimatológiai jellemző: a jégesős napok éves átlagos számának megállapításában is nehézségeket okoz. Újabban általában az ún. területi gyakoriságokat alkalmazzák, melyek megadják, hogy évente átlagosan hány jégesős nap előfordulására lehet számítani pl. 1000 km²-nyi területen. Ilyen adatokat láthatunk az 2. ábrán, amiből kitűnik, hogy a jégesős napok száma maximális az É-i Középhegység vidékén (10 nap/év, 1000 km²), a másodmaximumok (7, ill. 6 nap/év, 1000 km²) pedig Szabolcsban, illetve Baranya környékén találhatók. (A feldolgozás az ÁB adatai alapján történt). A jelenség éghajlati jellemzése érdekében természetesen az évszaksos, havonkénti és napi gyakoriságokra, továbbá a jégeső időtartamára és nagyság szerinti előfordulási gyakoriságaira is szükség van. Mindezek az alapvető információk lehetővé teszik,

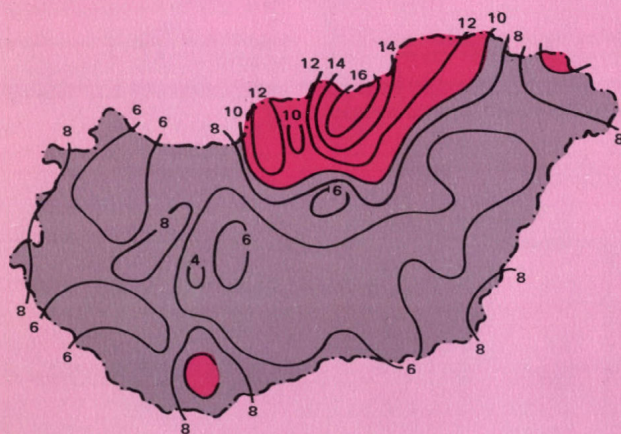


1. kép: Ősi viharágyú

ÁS HAZÁNKBAN

hogy feltérképezzük a jég-esők éghajlati jellegzetességeit, megközelítsük a jelenség fizikai természetét, végül kijelöljük a védekezés optimális helyét (figyelembevéve a mezőgazdasági termelés fejlettségét is).

let-, víztartalom-, vertikális áramlás-, és egyéb mérések elemzésével már 1949-re megszületett az első realisztikus, mennyiségi felhőmodell. A radarberendezések gyors elterjedése a mérési adatok felhalmozódására, ez



2. ábra: A jégesős napok 100 km²-re vonatkoztatott átlagos száma a nyári félévben, meteorológiai adatok alapján (1956-65)

Míg a jégesőket éghajlati szempontból elvileg a hagyományos megfigyelőhálózat segítségével is jellemezhetjük, a jégzemek képződésének, növekedésének és kihullásának bonyolult folyamatait már csak az említett korszerű megfigyelési eszközök alkalmazásával lehet felderíteni. Ilyenek voltak a II. világháború hadiparának termékei: a rádiólokátor (radar) és a korszerű repülőgépek, melyek polgári felhasználása hallatlan fejlődést biztosított a légkörfizika számára. A radarok szolgáltatta zivatarfelhőképek és a repülőgépes hőmérsék-

pedig egyre újabb modellek szerkesztésére vezetett. A legérdekesebb eredmények az ún. „esettanulmányokból” származnak, melyek a konkrét, jellegzetes zivatarhelyzeteknek a legkorszerűbb eszközökkel történő, komplex meteorológiai elemzése útján általános törvényszerűségeket megállapítására is vezettek.

A Szovjetunióban más megközelítést választottak. A déli köztársaságok néhány kutató intézetének bevonásával a Hidrometeorológiai Szolgálat széleskörű és szisztematikus vizsgálatsorozatát indított az 50-es évektől

kezdődően. Az összehangolt, többszáz szakembert mozgósító kutatási program célkitűzése olyan zivatarmodell megalkotása volt, aminek alapján gazdaságos módszer dolgozható ki a jégeső megelőzése, ill. kárainak csökkentése érdekében. Az erőfeszítések mintegy 10 éves munka után sikerrel jártak. Ennek alapján fejlesztették ki a védekezés vagy „beavatkozás” módszerét. Mindkét feladat megoldása lényegében G.K. Szulakvelidze, az Észak-kaukázusi Magashegyi Geofizikai Intézet vezetője és munkatársainak nevéhez fűződik. A modell legfontosabb jellemzője a zivatarfelhőben kialakuló vertikális sebességprofil. Eszerint a feláramlás sebessége a magassággal eleinte lineárisan növekszik, a felhő közepe táján eléri maximumát, majd ismét egyenletesen csökken. Ennek következtében a zivatarfelhő középső tartományában a folyékony víz nagy cseppek formájában felhalmozódva ún. *akkumulációs zónát* hoz létre. Mivel e felhőzónákban a hőmérséklet általában - 10 - 20 °C között van, a nagy cseppek közül néhány - de nem az összes - a természetes jégképző magvak hatására megfagy, és ezután, a többi csepel összeütközve, rohamos növekedésnek indul. Fontos mikrofizikai tény, hogy a túlhűlés a felhőben a természetes jégképző magvak relatív hiánya miatt általános

jelenség. Ez az oka annak, hogy nem minden túlhűlt csepp fagy meg az adott hőmérsékleti intervallumban.

A modell szerint a nagy, fagyott cseppek a jégzemek *csirái*. A feladat az, hogy a jégembriók számát az eredetinek többszörösére emeljük, mivel ily módon a rendelkezésre álló és az adott sebességprofil által meghatározott (konstans) folyékony víztartalom sokkal több jégcsíra között oszlik meg. Így végeredményben a jégzemek számát növeljük és méretüket csökkentjük.

A látszólag egyszerű eredmények ellenére ma világszerte elfogadott az a vélemény, hogy a jégesőelhárítási koncepciók között ez az ismertetett, ún. *konkurrens embriohipotézis* mind kísérletileg, mind elméletileg a leginkább megalapozott. A Föld számos országában végrehajtott operatív vagy tudományos célú jégesőelhárítási kísérletek legtöbbszörének ez a munkahipotézise. A modell és a védekezési koncepció kidolgozása után a következő gyakorlati feladatokat kellett megoldani. Kellő időben detektálni szükséges azokat a felhőtér-fogatokat, ahol a jégeső növekedési-képződési folyamatok lejátszódnak. Mivel e folyamatok időtartama csupán néhány perc, gyakorlatilag ún. „real-time” információs rendszert kell alkalmazni. Ennek egyetlen eszköze jelenleg a rádiólokátor. E felhőtér-fogatokat ugyan-

ilyen gyorsan át kell alakítani oly módon, hogy a bennük kialakuló mesterséges jégesőcsírák száma legalább 2-3 nagyságrenddel haladja meg a természetes jégembriók számát. Ezt a feladatot legcélszerűbben az ún. „direkt injektálási” technikával, pl. speciális hatóanyagot diszpergáló rakétákkal oldhatjuk meg.

Mivel a kritikus felhőzónák a több ezer köbkilométert is elérő zivatarfelhőknek csupán 1-2 %-nyi tértartományait jelentik, nyilvánvaló, hogy mind a detektálást, mind a hatóanyag bejuttatást aránylag *pontosan* és gyorsan kell végrehajtani.

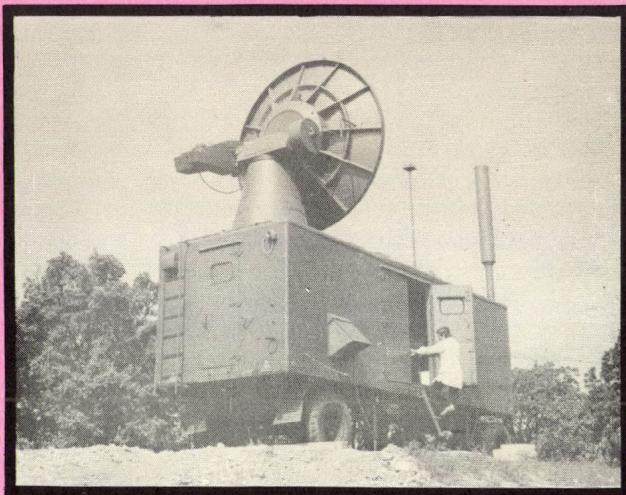
A detektálás módszerének lényege: a felhő rádiólokátoros „paramétereinek” mérése és ezek alapján a jégeső kihullási valószínűségének

visszatükröződés (radar-echo) értéke és felhőn belüli színtjének magassága, az e magasságokban uralkodó hőmérsékletek és a felhő „túlhűlt” és „meleg” vagyis

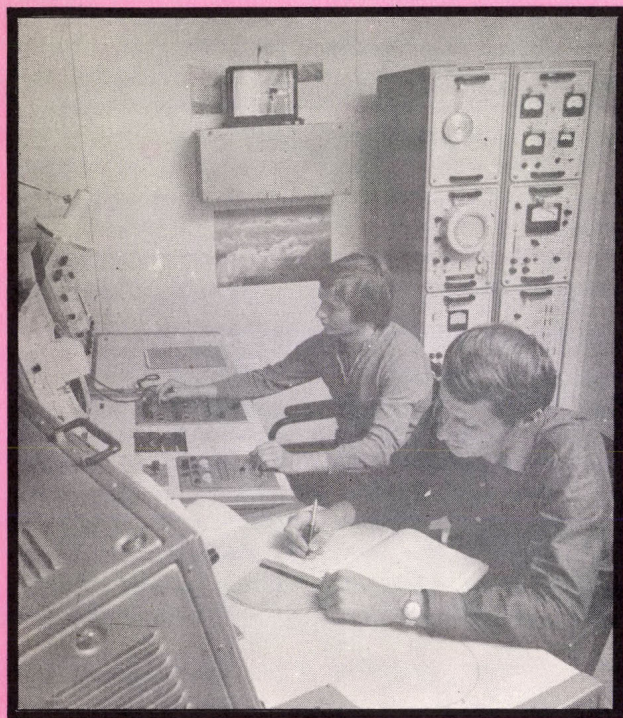
földrajzi-éghajlati környezetre jellemző kapcsolatban állnak a talajra hulló jégesővel.

A Moldáviában kidolgozott döntési eljárás hazai alkal-

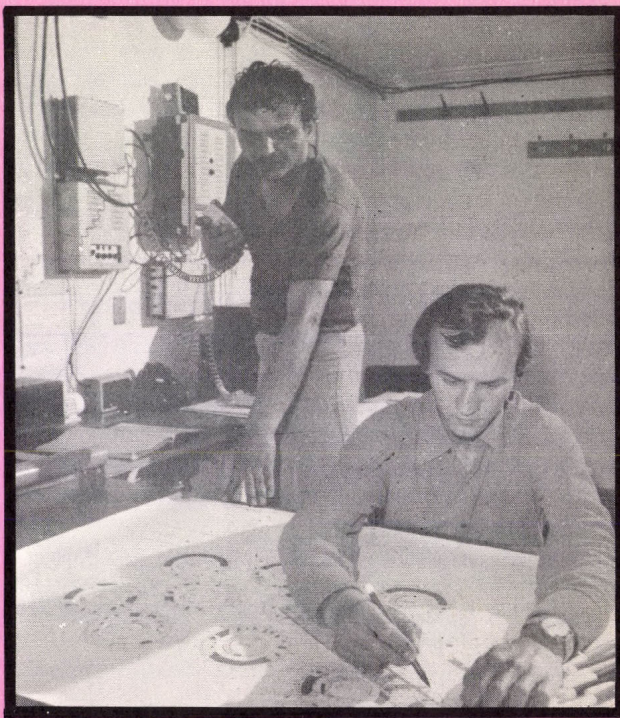
a fő nehézséget az jelentette, hogy a baranyai környezetre nem pontosan ugyanazon kritériumok érvényesek, mint az említett szovjet köztársaságra. A körzetünkben uralkodó meteorológiai-statisztikai összefüggéseket így az operatív munka folyamán, „menetközben” kellett felderítenünk. Ez nemcsak a tekintélyes mennyiségű radar-adat elemzését követelte meg, hanem egyéb, színtikai és mezoleptéktű vizsgálatokat is igényelt. Ilyenek: a jégeső előfordulások makroszinoptikai helyzetekkel való kapcsolatának vizsgálata, a védett terület vergencia-viszonyainak és függőleges áramlásainak pilot-ballonokkal történő rendszeres mérése (amelyektől ultrarövid, 1-3 órás zivatarprognózisok ké-



Jégeső góccokat kutató radarernyők a Tenkes hegyen.



A jégeső gócok meghatározása



Kiértékelés és kilövésre utasítás kiadása

meghatározása. Ilyen paraméterek: a radarral mért csapadékszóna földfelszín feletti magassága, a maximális

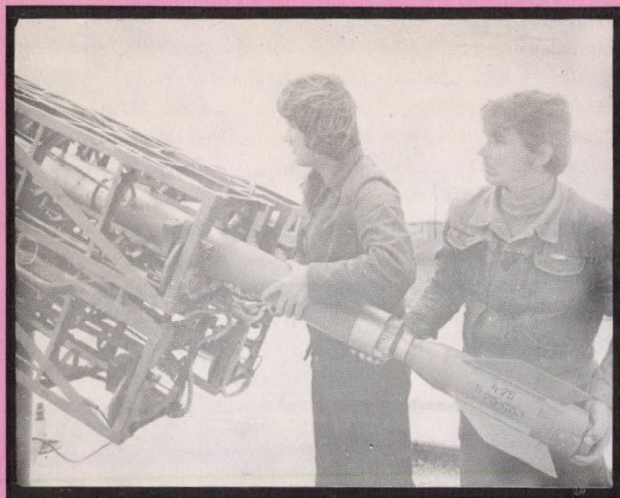
0 °C alatti és feletti hőmérsékletű zónáinak magasságaránya (hányadosa). Mindezek egyedi, az adott

mázása tulajdonképpen a beavatkozások helyének és időpontjának meghatározásából áll. A bevezetés során

szítésének lehetőségét várjuk), a talajra hulló jégesőszemek nagyság szerinti előfordulási gyakoriságának

meghatározása indikátor-hálózat segítségével és a védekezés fizikai eredményességének, valamint gazdasági hatékonyságának különböző típusú adatok segítségével

vel történő vizsgálata. (Ez utóbbi téma keretében megindítottuk a jégesők specifikus növényfiziológiai hatásainak kutatását is.)



A rakéta betöltése



A rakéta kilövése

A védekezési rendszer működése

A védekezés technikai lebonyolítása az április 1- október 31-e közötti időszakra korlátozódik. A 11 kilövőállomásból és az irányító radar-központból álló rendszert 30, 24-48 órás váltásban dolgozó meteorológus, mérnök és technikai személyzet összetételű RAKÉTA SZÉLESÍTŐ SZOLGÁLAT (RJR) működteti. Az állomáslétszám 115 fő, ennek mintegy 15 %-a felsőfokú végzettségű. A „védett terület” mérete kb. 1300 km².

A rakéták felbocsátását a repülésirányító szolgálat engedélyezi. Minden munkafolyamatot részletes, az adott munkahelyre érvényes „Utasítások” szabályoznak. A védekezéssel összefüggő fontosabb adatokat magnetofonszalagon rögzítik. Az adatok utólagos és rendszeres elemzése részint a védekezés jobb lebonyolítását, részint a kutatómunka céljait szolgálja.

A rendszer megvalósítása során komoly technikai nehézséget jelentett azoknak a rendszabályoknak a kidolgozása, melyek a rakéták polgári alkalmazását (honosítását) lehetővé tették. Így rendezni kellett szállításuk, tárolásuk, őrzésük és alkalmazásuk minden részletkérdését, melyek jelentős beruházási gondokkal (és költségekkel) is jártak.

A három éves védekezés főbb eredményei és tapasztalatai (1976-78)

A munkahipotézis szerint a jégesőelhárítás *elsődleges*, fizikai hatásai a jégszemek átlagos (és maximális) mére-

tének, ill. a kárt okozó jégszemek számának csökkenésében jelentkeznek. Ezek miatt csökken a jégesős napok száma, a jégesők által károsodott terület mérete, stb. A fizikai hatások *másodlagos*, gazdasági következménye a mezőgazdasági kultúrákban keletkező károk mérséklődésében mutatkozik. Természetesen az ebből származó haszon vagy „átlagos gazdasági megtakarítás” (ÁGM) a védekezés alapvető célja. Az ÁGM definiálható, mint a „megvédett” mezőgazdasági termékeknek a védekezésre fordított kiadásokkal csökkentett összértéke. Kiszámítására az ÁB kárfelmérései és a kifizetett kártérítési összegek, valamint az RJR fenntartási költségei adják az alapot. A megtakarítás kimutatásának egyik lehetséges módszere: a védett területeken a kísérleti időszak előtt és alatt jelentkező károk területi mértékének és az ezekért kifizetett kárpótlási összegeknek az összehasonlítása. (Lásd az 1. táblázatot).

Fontos körülmény, hogy ugyanebben a két időszakban országszerte kifizetett kárpótlási összegek 1,0, ill. 1,6 milliárd forintot tettek ki, tehát *növekedtek*.

A beruházási és fenntartási költségekkel való összehasonlítások azt mutatják, hogy a gazdasági megtakarítás 3 év alatt mintegy 175 millió forintot tett ki. Bár a viszonylag rövid időszak miatt ezt az eredményt szigorúan véve nem lehet statisztikusan szignifikánsnak tekinteni, annak valószínűsége igen csekély, hogy csupán véletlen hatások miatt következett be.

A gazdaságossági számításokban alkalmazott *hatékonysági együttható*, $g = E/R$ (ahol E: a termelési folyamat eredménye, R: az

összes beruházásokon kívüli ráfordítás) esetünkben: $262/41,5 = 5,6$, ami az átlagos hatékonysági együtthatók többszöröse.

rozatában a 3 éves kísérleti időszak tapasztalatai alapján határozott a rakétás jégese-elhárítás megerősítéséről és kiterjesztéséről. Ennek meg-

mális feltételek biztosítása érdekében azonban elengedhetetlen ennek korszerűsítése és bővítése a műszaki fejlesztéssel, illetve a közeljövőben jelentősen növekvő szakszemélyzet elhelyezésével kapcsolatban. Minderre a Minisztertanács, határozatában elvi lehetőséget és gyakorlati instrukciókat is ad.

Rövid és középtávú terveinket egy éven belül kell kidolgoznunk. A terveknek a fejlesztés, megerősítés és kiterjesztés időzítésén túl az újabb magyarországi helyszínek megjelölését is tartalmazniuk kell.

E kérdés tudományos megközelítése igen fontos. Nyilvánvaló, hogy a szigorú gazdasági szempontok annak a területnek a kiválasztását indokolják, melyeken a nagy jégesegyakoriság intenzív mezőgazdasági termeléssel párosul. Itt azonban meg kell gondolnunk azt, hogy a módszer alkalmazása függ:

2.

A földrajzi környezetnek a baranyaihoz való hasonlóságától; továbbá, hogy a rendszer fajlagos hatékonysága (és így gazdaságossága) az egybefüggően védett terület méretével együtt növekszik. Az eddigi hazai és külföldi tapasztalatok alapján azt az előrejelzést kockáztathatjuk meg, hogy a következő rendszer 3-5 éven belül kezdheti meg munkáját. A további fejlődés várhatóan gyorsabb lesz, és valószínű, hogy 1990-95-re a védekezés mindazon területeken megvalósul, ahol arra lehetőség van, és a számítások szerint gazdaságosnak mutatkozik. Jelenleg ezt a területet kb. 10000-15000 km²-re becsülhetjük.

Kozák Béla

Dr. Wirth Endre

1.

A légiközlekedés adta lehetőségektől, ill. korlátoktól.

I. Táblázat

A védett terület (VT) káradatai a védekezés megkezdése előtti és utáni időszakban

	1971-75	1976	1977	1978	1976-78	%
Károsodott a VT-en (ha)	23.100	2631	3196	5859	3895	17
Kárpótlási összegek a VT-en (mFt)	92.6	6.0	11.0	15.5	10.8	12
Kárpótlási összegek a VT-en Baranya megye %-ában	64	26	32	18	25.3	40

A mutatóknál nagyobb jelentőségű az a tény, hogy a kísérleti időszakban a jégese-elhárítás mintegy 260 mFt értékű termésvesztéstől óvta meg a népgazdaságot.

felelően az Országos Meteorológiai Szolgálatnak a következő években folyamatosan fel kell készülnie a védekezés átgondolt fejlesztésére. Az első feltétel: megfelelő végzettségű és számú szakember kiképzése. Magától értetődik, hogy e célra a baranyai jégese-elhárító rendszer mint operatív és kutatási centrum, a legmegfelelőbb helyszín. Az opti-

A védekezés magyarországi távlatai

A Minisztertanács 2008/1979. (IV.11.) számú hatá-

EMLÉKEZETES JÉGVERÉSEK, EZEK KÖZÜL IDÉZÜNK FEL NÉHÁNYAT

1898. június 27-én nagy területre kiterjedő súlyos károkat okozott és elemi csapásnak minősült. (A Meteorológiai évkönyv XXIX. kötet III. rész) Szombathelyen a jég tyúk- és lúdtójás nagyságú volt, gabonában, gyümölcsben, szőlőben 50 %-os kárt okozott, háztetőket, ablakokat zúzott be. Farádon (Sopron m.) egy-egy jég szem 5 dkg-ot nyomott. Győrött 20 perc-

ig galambtojás és ökólnagyságú jég hullott. Csúzon (Komárom m.) este 9 órakor a tyúktojás nagyságú jég mindent tönkretett és még másnap délelőtt sem olvadt el az árnyékos helyeken.

Kolozsvárott 1928. májusában egy jégese alkalomával tyúktojás nagyságú jég 20 gyermeket és 10 felnőttet

súlyosan megsebesített. (Term.Tud. Közlöny)

1926. július 9-én Ogyesszában másfél órán át tartó felhőszakadás közben 40 percig jég esett. A jég szemek általában 30 dekát nyomtak és 20 centiméteres jég szemeg keletkezett, amely órákig borította a talajt.

1923. július 10-én a Don vidékén Rosztov határában

fél- és egykilós jégdarabok 23 ember halálát okozták.

Az Egyesült Államokban Nebraska államban, Petterben 1928. július 6-án 70 dekás jégdarabok estek, súlyos károkat okozva.

1950. május 4-én Gönyű és Győrszentiván határában tyúktojásnyi jég szemek hullottak.

nyugalomba

vonult

MICHELLER ISTVÁN

szolgáltatának szervezését és szakmai irányítását végezte. Repülőtéri eredményes és jó munkája következménye képpen a Hálózati Osztály vezetőjének nevezték ki. Igen eredményes munkát végzett az állomáshálózat szervezésében. Sokat dolgozott a vidéki munkatársak érdekében, törődött ügyesbajos dolgaikkal, harcolt érdekeikért. Munkája mellett végezte el az Eötvös Lóránd Tudomány Egyetem alkalmazott matematikai szakát. 1966-ban kinevezték az Adatfeldolgozó Osztály vezetőjének. Új munkahelyén jól kamatoztatja a meteorológia különböző területein szerzett tapasztalatait. Irányításával kezdődik meg az adatfeldolgozás korszerűsítése. 1976-tól az OMSZ nyomdáját is irányítja. Az Ő érdeme, hogy az évtizedek alatt elmaradt „Évkönyv” sorozatot pótolják, - ebben az időben minősége is lényegesen javult a kiadványoknak.

Szorgalmas, jó munkájátért 1954-ben a „Munka Érdemérem” kitüntetést kapta. Nyugdíjba vonulása alkalmából pedig a Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa a „Munka Érdemrend” ezüst fokozatával tüntette ki.

Micheller István 1958 óta, tehát 20 éven át volt a Légkör szerkesztőbizottságának tagja. Publikációi elsősorban az észlelési és számítástechnikai problémákkal foglalkoztak.

Nyugalomba vonulása nem jelent tétlenséget, nyugdíjas-

ként továbbra is a tőle megszokott aktivitással tanácsadóként a nyomdai munkálatokhoz nyújt segítséget. Ehhez kívánunk neki jó egészséget és további sok sikert.

dr. Szabó Emilné

NAGY ÁRPÁD

Harmincnyolc esztendei munkásság után vált meg Szolgáltatunktól Nagy Árpád hálózati főellenőr, amikor 1978. decemberében nyugállományba vonult. A közel négy évtizedes helytállás arra készítet bennünket, hogy néhány pillanatra elidőzzünk kedves munkatársunk tevékenységének méltatásán.

Intézeti pályájának kezdetén a Prognózis Osztály kötelékében mint szolgálattevő rádiótávírással vívta ki felettesei megbecsülését, majd ezt követően az Ionoszféra Osztály dolgozója lett. Hosszabb ideig a Nyomdában hasznosította közismert fotóképeségeit és elszájtítva az egyéb szakmai ismereteket, hamarosan a Nyomda minden szakterületén elvégezhetette a rábízott feladatokat.

Munkakörét mindig önállóan, precízen látta el, és ez a tény, valamint műszaki beállítottsága gyorsan átszállította a nehézségeken: ezért nem okozott problémát sem az ő számára sem környezetének a munkakör változás 1972-ben, amikor a Hálózati Osztályra került. A műszerek ismerete, az állomások telepítése során a különféle

emberekkel megtalált közös hang és kiépített jó kollegiális kapcsolat arra utal, hogy természete és adottságai alkalmassá tették őt az állomáshálózat összetett, sokirányú feladatainak ellátására. Jó modora, szerény fellépése, csendes humora rokonszenvesé tette nemcsak a közvetlen környezet, de a főhivatású és a társadalmi észlelők nagy tábora előtt is.

Mindezek ismeretében nem véletlen, hogy 1975-ben elnyerte a „Kiváló dolgozó” címet. Természetesen a Szakszervezet is számontartotta jó társadalmi munkáját, ismertük mint lelkes közönszervezőt, filmkezelőt, - számunkra szinte természetes volt, hogy szerényen tevékenykedő „mozigépész” bármikor rendelkezésre áll, esetleg feláldozva szabad idejét is.

Szakmai munkásságára felfigyelt a Vízgazdálkodási Tud.Kut.Központ is, ahol a másodállásban eltöltött hosszú évek munkásságának elismeréséül a VITUKI „Kiváló dolgozója”-ja lett. 1978-ban Elnöki Dicséretben részesült: A Bogorodcsányiban (Szovjetunió) felépült iskola részére az OMSZ részéről felajánlott meteorológiai állomás felállításán végzett lelkiismeretes munkájáért.

Megemlékezésünk elején azt állítottuk kedves Nagy Árpád, hogy megváltál Szolgáltatunktól, de helyesbítünk: mint nyugdíjast is örömmel és gyakorta üdvözölhetünk köreinkben. Baráti kézfogásunk mellé csatoljuk kívánságunkat, hogy jó erőben, egészségben még hosszú évekig üdvözölhessünk ebben az épületben, azzal a megbecsüléssel és szeretettel, amely a jóbarátot és munkatársat személyedben megilleti.

Szentimrei Béláné

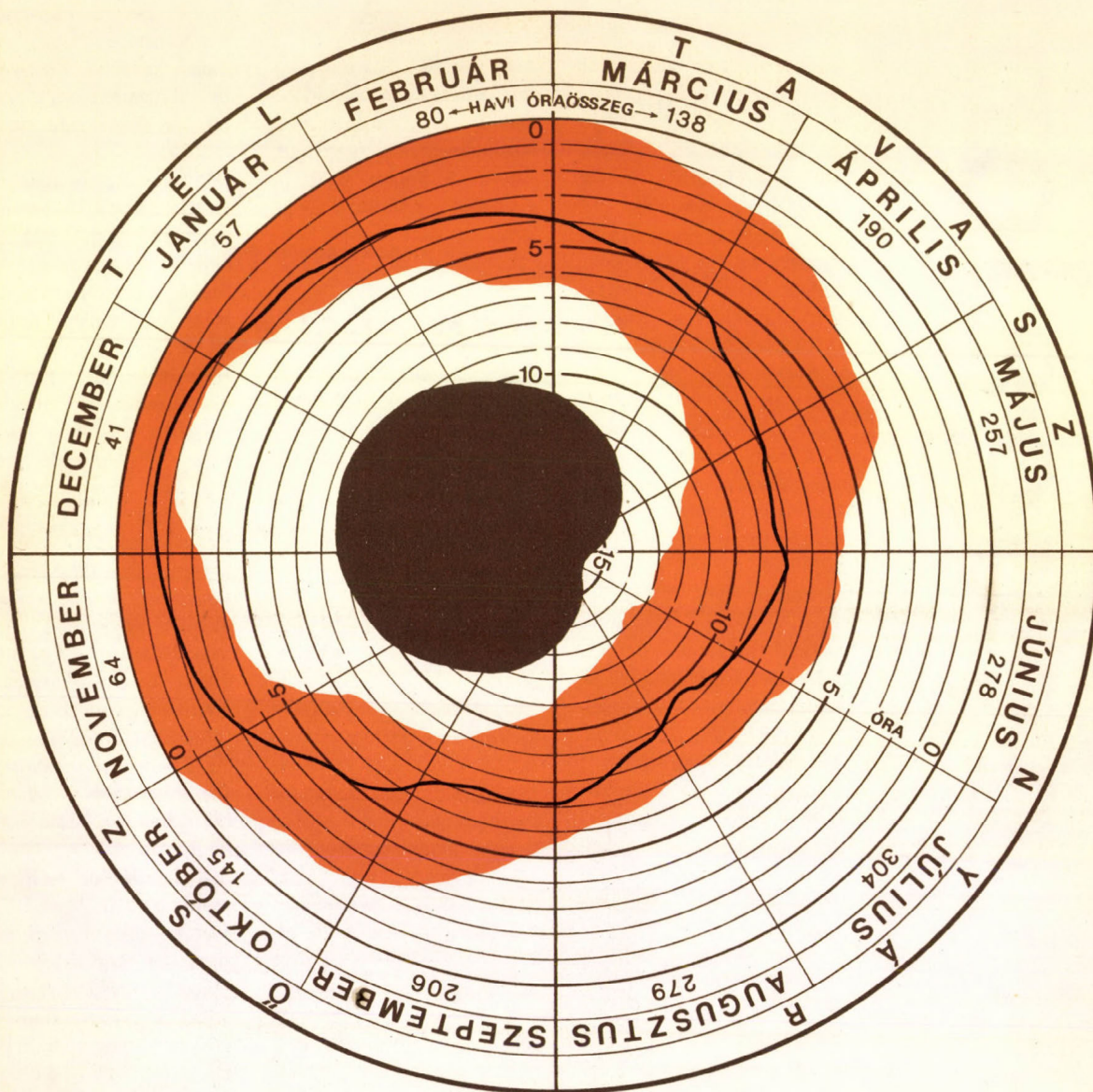
Micheller István eredményes munkában eltöltött 40 éves munkaviszony után 1978. december 31-én vonult nyugalomba.

1918-ban született Kapuváron. Már fiatalon, mint katonára került kapcsolatba az észlelői munkával és a meteorológiai szolgálattal. Felszabadulás után 1946-ban a Közlekedés és Postaügyi Minisztérium keretén belül előbb Budaörsön, majd Ferihegyen szolgált.

1949-ben a Repülési Főosztály dolgozójaként a polgári repülőterek meteorológiai

ÉGHAJLATI TÁJÉKOZTATÓ

NAPFÉNYTARTAM



JELMAGYARÁZAT

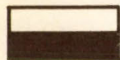
BUDAPEST



A napfénytartam átlagos menete

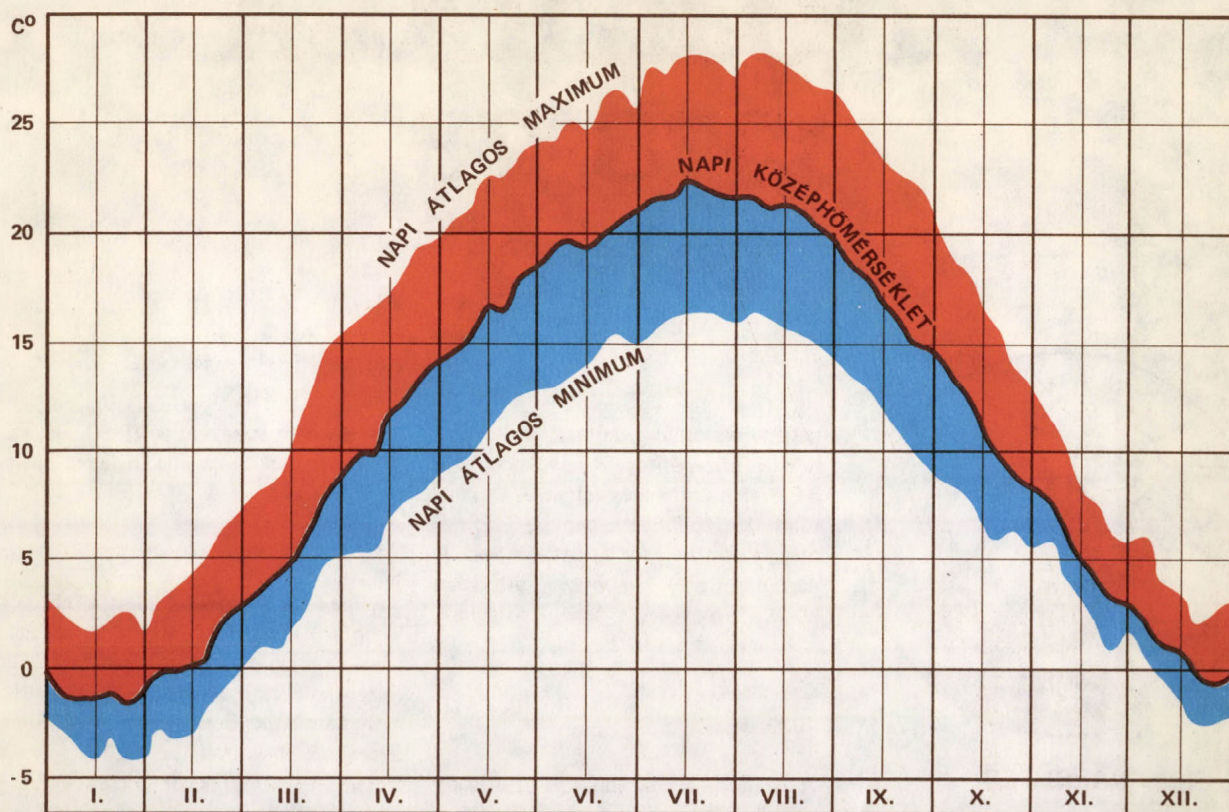


A napos órák számának valószínű értékköze



A sötét terület kontúrja a csillagászatilag lehetséges napfénytartamot jelöli

HŐMÉRSÉKLET

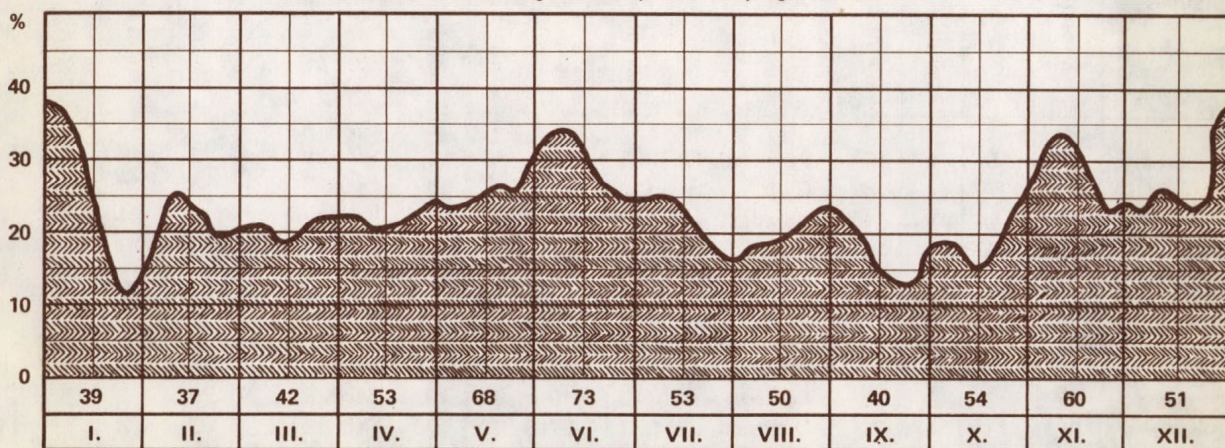


A havi átlag középhőmérsékletek, a 100 év alatt előfordult legmagasabb és legalacsonyabb hőmérsékletek C°-ban:

- 1,3	1,0	5,6	12,0	16,4	19,8	21,6	21,2	17,4	11,4	5,9	1,4
15,1	19,0	25,4	30,2	34,0	39,5	38,4	39,0	35,2	30,8	22,6	17,3
- 21,7	- 23,4	- 15,1	- 4,6	- 0,5	3,0	7,7	7,0	1,2	- 9,5	- 12,3	- 20,6

CSAPADÉK

Az árnyalt terület kontúrja az 1 mm-t meghaladó csapadék valószínűsége %-ban.
A számértékek az átlagos havi csapadékmennyiségek mm-ben.

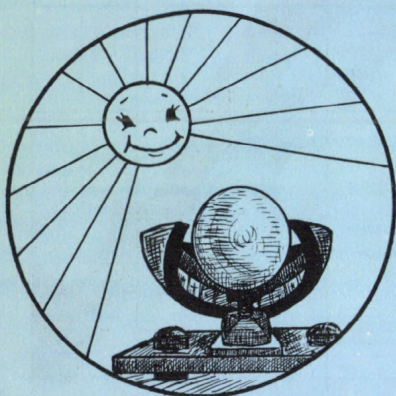


MAGYARORSZÁG

IDŐJÁRÁSA

1978-'79

telén



NAPSÜTÉS

1978. December.

A hónap folyamán túlnyomóan borult volt az idő. A hónap elején (dec. 5-7.)

néhány napon át 6-8 órás napsütést, a hónap közepén egyes napokon pedig 3-6 órás napsütést észleltek. A Dunántúlon 13-18, keleten pedig 18-22 napon egyáltalán nem sütött ki a nap. A napsütéses órák havi összege általában 50-70 %-a volt a sokévi átlagnak.

1979. Január

A január is borultabb volt az átlagosnál, de az ország nyugati felén jóval több volt a napsütés, mint keleten. Országszerte csak az első dekádban volt több órás napsütés, a későbbiekben csak a Dunántúlon fordultak elő napok néhány órás napfénnel. A havi összeg is ezek szerint alakult: amíg

nyugaton a sokévi átlag 70-90 %-a, keleten a felét is alig haladta meg.

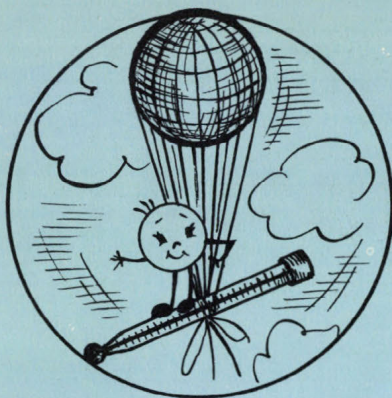
1979. Február

A magasabb napállás miatt a februári napfény jóval több volt a januárinál, bár az átlagot az ország északkeleti részén haladta csak meg. A hónap első és harmadik dekádjában több órás napsütések voltak, de 10-18. között csak ritkán, és akkor is csak helyenként sütött ki a nap. Legnapfényesebb időszak 21. és 24. között volt, ekkor országszerte még napi 10 órás napsütés is volt. A napfényes órák havi összege északkeleten a sokévi átlag 105-110 %-a volt, de máshol sem volt kevesebb 80-90 %-nál.

állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	39	-10	1	16
Győr	21	-27	1	18
Keszthely	56	+ 4	1	14
Siófok	37	-15	0	14
Pécs	43	-11	1	13
Budapest	29	-17	2	16
Szolnok	39	- 9	4	16
Szeged	40	-16	3	17
Békéscsaba	42	- 8	3	18
Debrecen	35	-11	4	21
Nyíregyháza	45	- 2	4	20
Miskolc	29	- 9	3	22

állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	65	0	5	11
Győr	43	-21	4	12
Keszthely	67	+ 2	6	11
Siófok	54	-12	3	11
Pécs	50	-17	2	13
Budapest	60	- 4	4	12
Szolnok	59	- 4	4	14
Szeged	53	-10	3	16
Békéscsaba	40	-19	3	13
Debrecen	32	-27	2	17
Nyíregyháza	30	-35	3	15
Miskolc	31	-28	3	14

állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	73	-18	5	11
Győr	84	- 4	5	12
Keszthely	73	-24	4	12
Siófok	72	-23	5	11
Pécs	79	-17	5	9
Budapest	83	- 6	5	11
Szolnok	79	-12	5	9
Szeged	75	-19	5	8
Békéscsaba	79	- 1	5	13
Debrecen	83	- 2	4	11
Nyíregyháza	93	+10	6	12
Miskolc	83	+ 5	6	10



LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLET

1978. December

Igen nagy hőmérsékletváltozásoknak lehettünk tanúi decemberben, de a havi középhőmérséklet az ország túlnyomórészt mégis átlagosan fél fokkal a sokévi átlag fölött alakult. Meleg időszakok a hónap első napjaiban, majd 12-15. körül és karácsony után alakultak ki, - a legutóbbi időszakban voltak december legmelegebb napjai - ebben az időben a napi hőmérsékleti maximum mindenütt meghaladta a 10 fokot. A legerőteljesebb lehűlés dec. után következett be, a napi középhőmérsékletek -5 fok alatt voltak, a napi minimumok pedig -10 fok alatt (ún. zord napok). A fagypont alatti hőmérséklet egész napon át megmaradt (téli napok), a napi maximumok is -2, -5 fok között alakultak. A december 18-23-i hidegperiódus nem volt ennyire kifejezett, a napi maximumok legtöbb esetben meghaladták a 0 fokot.

1979. Január

Január 1-én viharos széllel rendkívül hideg tört be hazánkba. December 31-ről január 1-re 6-8 fokos, a következő napra pedig újabb 7-9 fokos lehűlés következett be, tehát két nap alatt a napi középhőmérséklet 15 fokkal csökkent! A hideg levegő egészen a hónap harmadik dekádjáig maradt uralmon, ez időszak alatt legtöbbször a napi felmelegedések sem érték el a 0 fokot. Az utolsó napokban délnyugati áramlással enyhülés érkezett: 27-én és 28-án éjszaka általában fagymentes volt, s a nappali felmelegedés sok helyütt meghaladta a +10 fokot.

állomás	havi középérték	eltérés az átlagtól	abszolút maximum nap	abszolút minimum nap	abszolút minimum a talaj mentén nap	dekádközép			napok száma	
						1. dekád	2. dekád	3. dekád	fagyos	téli

1978. December

Szombathely	-0,4	-0,5	11,5	31.	-12,7	7.	-13,9	7.	-3,1	0,8	1,0	12	3
Győr	1,3	+0,4	12,3	30.	-10,4	7.	-11,0	7.	-2,0	2,6	3,2	7	1
Keszthely	1,3	+0,4	12,8	28.	-8,6	6.	-9,0	6.	-1,8	2,3	3,3	6	0
Siófok	1,3	+0,7	13,8	30.	-8,6	7.	-9,6	7.	-1,1	2,0	2,9	7	0
Pécs	1,5	+0,6	13,0	29.	-10,8	7.	-12,1	7.	-2,1	2,9	3,5	7	1
Budapest	0,8	+0,1	11,4	30.	-10,8	7.	-14,2	7.	-2,4	1,5	3,0	7	1
Szolnok	1,0	+0,5	12,8	29.	-11,7	8.	-13,0	7.	-2,8	1,9	3,6	6	3
Szeged	1,6	+0,7	12,9	29.	-11,5	7.	-13,5	7.	-1,9	2,9	3,5	6	1
Békéscsaba	1,4	+0,8	13,3	29.	-12,4	7.	-14,1	7.	-2,8	2,6	4,0	5	3
Debrecen	0,7	+0,2	11,4	29.	-12,1	7.	-12,2	7.	-3,5	1,5	3,7	5	3
Nyíregyháza	-0,1	0,0	11,4	30.	-13,8	8.	-15,0	8.	-4,2	0,7	2,8	8	4
Miskolc	-0,7	-0,2	10,4	30.	-13,6	7.	-14,8	7.	-4,3	0,3	2,1	9	6

1979. Január

Szombathely	-3,8	-1,3	10,1	28.	-17,4	19.	-18,4	19.	-6,4	-5,6	-0,3	16	14
Győr	-3,9	-1,9	11,6	29.	-18,9	18.	-18,9	18.	-6,4	-5,6	0,0	17	10
Keszthely	-2,4	-0,6	14,0	28.	-13,3	6.	-14,2	6.	-5,7	-3,3	1,3	13	8
Siófok	-2,6	-0,6	9,9	28.	-11,4	2.	-12,9	7.	-5,4	-3,3	0,6	15	5
Pécs	-2,1	-0,3	14,0	28.	-13,4	6.	-15,7	7.	-6,2	-2,8	2,2	15	7
Budapest	-2,8	-0,5	8,9	1.	-13,1	2.	-18,2	5.	-6,6	-2,9	0,8	19	8
Szolnok	-2,9	-0,2	10,2	28.	-16,0	17.	-17,6	17.	-6,8	-3,6	1,2	16	9
Szeged	-2,1	0,1	10,7	29.	-14,8	17.	-16,6	17.	-6,5	-3,0	2,6	14	10
Békéscsaba	-3,1	-0,5	13,6	29.	-21,5	17.	-21,7	17.	-7,3	-5,0	2,3	17	13
Debrecen	-3,2	-0,4	10,7	29.	-15,3	5.	-17,7	17.	-7,2	-4,3	1,4	17	12
Nyíregyháza	-3,8	-0,4	11,5	29.	-19,0	17.	-21,0	5.	-7,7	-4,8	0,8	19	12
Miskolc	-4,2	-0,6	10,0	29.	-17,4	17.	-18,2	17.	-7,5	-5,6	0,0	20	14

1979. Február

Szombathely	0,4	+0,9	8,8	2.	-9,4	21.	-11,3	22.	2,0	1,3	-2,5	19	3
Győr	1,4	+1,3	8,3	2.	-7,1	23.	-10,3	23.	1,8	2,3	-0,7	20	1
Keszthely	1,3	+1,3	8,6	2.	-5,0	22.	-6,0	22.	2,1	1,9	-0,6	17	1
Siófok	1,3	+1,5	9,4	2.	-4,9	23.	-6,2	22.	2,2	2,1	-0,7	15	0
Pécs	1,8	+1,5	9,8	2.	-5,3	27.	-6,9	24.	3,3	2,4	-0,9	17	2
Budapest	1,8	+1,8	8,6	3.	-5,8	27.	-10,2	27.	2,1	3,1	-0,4	17	0
Szolnok	1,6	+2,0	11,4	3.	-7,0	23.	-10,2	23.	2,2	3,0	-0,9	17	0
Szeged	2,3	+2,4	12,6	15.	-6,5	23.	-7,9	23.	3,4	3,7	-0,7	14	0
Békéscsaba	2,3	+2,7	11,2	14.	-6,1	25.	-8,2	25.	2,9	4,2	-0,8	14	0
Debrecen	1,4	+2,0	9,6	15.	-6,7	23.	-8,1	9.	1,2	3,6	-1,3	18	0
Nyíregyháza	0,7	+1,9	9,5	15.	-7,8	22.	-10,0	24.	0,7	2,5	-1,8	22	0
Miskolc	0,2	+1,3	8,6	15.	-13,1	11.	-15,6	11.	0,2	1,8	-1,9	22	0

A rendkívül zord január után kelle-
mes, enyhe február következett. A hó-
nap első napjai általában fagymente-
sek voltak, a nappali felmelegedések
is többnyire elérik a +10 fokot. Feb-
ruár 7-től kisebb lehűlés következett
be, a minimumok -3, -6 fok között a-
lakultak, de napközben a hőmérséklet
2-3 fokkal fagyponthoz emelkedett.
A hónap közepétől 20-21-ig ismét
enyhe, borult idő következett: a fa-
gyok átmenetileg megszűntek. A hó-
nap legjelentősebb lehűlése 20-21-én
következett be és gyakorlatilag a hó-
nap végéig tartott. A hőmérséklet
minimumai -5 fok körül alakultak, de
téli nap csak egy két helyen volt.

állomás	havi összeg mm	eltérés az átlagtól mm	eltérés az átlag %-ában	dekádösszeg			napok száma		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád	csapadék > 1mm	csapadék > 5mm	hótakarós

1978. December

Szombathely	15	-29	34	3	7	5	6	—	12
Győr	25	-22	53	8	11	6	8	1	3
Keszthely	28	-22	56	3	13	12	8	1	9
Siófok	35	-11	76	10	14	11	10	1	8
Pécs	67	+22	149	9	27	31	12	5	5
Budapest	27	-20	57	4	16	7	9	1	7
Szolnok	38	+ 3	109	7	24	7	11	3	9
Szeged	71	+32	182	7	27	37	9	5	3
Békéscsaba	71	+29	167	11	37	23	10	4	2
Debrecen	54	+16	142	6	37	11	10	2	3
Nyíregyháza	53	+13	133	4	36	13	9	3	3
Miskolc	25	-15	63	4	15	6	5	1	4



CSAPADÉK

1979. Január

Szombathely	53	+23	177	9	19	25	7	5	20
Győr	47	+12	134	4	21	22	10	3	20
Keszthely	75	+35	188	21	6	48	6	3	11
Siófok	68	+28	170	15	7	46	7	4	13
Pécs	86	+48	226	33	6	47	12	5	20
Budapest	68	+27	166	12	8	48	8	5	19
Szolnok	55	+26	190	8	4	43	13	3	25
Szeged	40	+ 6	118	10	5	25	8	4	15
Békéscsaba	77	+46	248	10	26	41	12	7	20
Debrecen	84	+51	255	6	15	63	12	5	24
Nyíregyháza	82	+50	252	8	14	60	11	6	25
Miskolc	73	+41	228	8	7	58	11	4	20

1978. December

A rendkívül kevés csapadékot hozó
október és november után a decembe-
ri csapadék minden cseppje kincs volt.
Sajnos a lehullott csapadék csak To-
kaj-Kaposvár vonalától délkeletre ha-
ladta meg az átlagot, de az ország dél-
keleti része az átlag kétszeresénél is
több csapadékot kapott. A Dunántúl
nagyobbik része és főként a Kisalföld
továbbra is mostoha körülmények kö-
zött maradt. A lehullott csapadék
többfázisban hó és havas eső formájában
hullott. Jelentős havazás kezdődött.

1979. Február

Szombathely	53	+24	183	6	45	2	7	5	9
Győr	33	- 7	83	7	25	1	6	3	5
Keszthely	61	+20	149	21	38	2	9	4	7
Siófok	66	+21	147	16	46	4	10	4	2
Pécs	56	+16	140	32	21	3	9	5	3
Budapest	35	- 8	81	10	23	2	10	2	3
Szolnok	18	-13	58	11	7	0	3	1	0
Szeged	25	-12	68	16	9	0	5	2	0
Békéscsaba	34	0	100	18	16	—	7	2	0
Debrecen	35	0	100	14	21	0	7	3	2
Nyíregyháza	30	- 4	88	14	16	0	8	2	7
Miskolc	32	+ 1	103	6	25	1	8	2	4

december 9-én, de a hótakaró 1-2 napig maradt csak meg. Dec. 13-án újabb csapadékos periódus kezdődött előbb esővel, majd a hónap közepétől havazással. A havazás után a hótakaró az ország jelentős részén napokig megmaradt. A hónap utolsó napjaiban ismét jelentős esőzések voltak.

1979. Január

A hónap első napjaiban havazás indult meg, amely az ország jelentős részét hótakaróval borította be. Január 9-én újabb havazás kezdődött, amely kb. 25-ig biztosította az egybefüggő hótakarót.

Január 25-től megkezdődött az olvadás, amelyet a következő napokon - főleg az ország keleti felén - jelentős eső gyorsított. A gyors hóolvadás az ország keleti felén sokfelé árvízket okozott, amelyet a 29-i országos esőzés (átlag 20-25 mm, de néhol 30 mm feletti csapadék egy nap alatt) még csak tovább súlyosbított.

A január havi csapadékösszeg mindenütt meghaladta a sokévi átlag értékét - az ország jelentős részén a kétszeresét - keleten pedig egyes helyeken a háromszorosát is. Viszonylag kevés csapadékot ismét csak a Kisalföld kapott.

1979. Február

A havi csapadékösszeg az ország egészét tekintve átlag körüli volt. Jelentősebb csapadékot kapott a Dél-Dunántúl és az Északi hegyvidék. A Kisalföld és az Alföld középső részén a csapadék átlag alatt maradt. A hónap első napjaiban többfelé volt hőszállingózás, majd 10. táján keleten jelentősebb havazások kezdődtek. Itt a hótakaró néhány napig meg is maradt. Február 12-én az ország közepén dél-nyugat-északkeleti irányú sávban sok helyen 20 mm-t is meghaladó eső esett: 15-18. között pedig 3 napos esős idő volt az egész országban, amely újabb 15-25 mm-rel növelte a csapadékösszeget. Február utolsó dekádjában igen kevés volt a csapadék: ez és a fagy-pont alatti hőmérsékletek az árvizek levonulását hathatósan elősegítették.



LÉGNEDVESSÉG

1978. December

A hónap folyamán gyakran borította az ország területét sűrű köd. Kevésbé volt ködös a hónap első dekádja és a hónap utolsó napjai. A víz- (jég) fel-

állomás	átlagos relatív nedvesség %	relatív nedvesség 13 óras átlaga %	átlagos telítési hiány mb	a levegő párologtató képessége		
				dekád		
				összeg mm		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád
Szombathely	91	85	0,6	4	4	3
Győr	88	84	0,8	4	7	6
Keszthely	89	81	0,8	5	5	5
Siófok	86	82	1,0	6	6	6
Pécs	88	84	0,9	4	6	6
Budapest	89	85	0,7	4	5	5
Szolnok	91	86	0,6	3	5	4
Szeged	89	84	0,7	4	6	5
Békéscsaba	90	85	0,6	3	5	5
Debrecen	91	87	0,5	3	5	4
Nyíregyháza	88	84	0,7	4	5	5
Miskolc	88	84	0,7	4	4	4

szinre vonatkoztatott párologtatóképesség (potenciális (evapo-) transpiráció) a Dunántúl középső részein volt a legnagyobb, itt 15-18 mm volt a párolgás, másutt 12-15 mm. A párolgás értékét kialakító tényezők kiegyenlítették egymást, a kisebb páratartalmú napokon (dec. 5-6., 15-19.) a hőmérséklet volt alacsonyabb, csupán a hónap utolsó napjainak időjárása eredményezett kissé nagyobb párolgást.

1979. Január

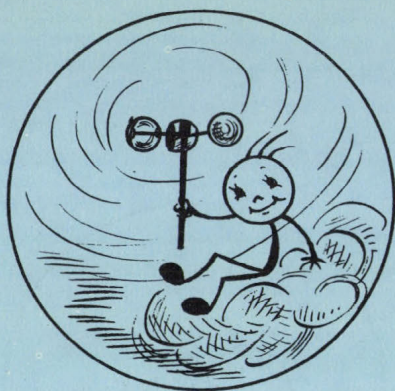
A betört hideg levegő nyugalomrajtásával a hónap közepétől kezdve tartósan ködös időjárás alakult ki. Az alacsony hőmérséklet és a telített párák levegő együttesen alakították ki a leve-

állomás	átlagos relatív nedvesség %	relatív nedvesség 13 óras átlaga %	átlagos telítési hiány mb	a levegő párologtató képessége		
				dekád		
				összeg mm		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád
Szombathely	86	84	0,6	4	3	3
Győr	87	84	0,6	4	2	4
Keszthely	84	77	0,8	5	4	5
Siófok	86	82	0,7	5	3	5
Pécs	85	81	0,8	4	4	6
Budapest	85	78	0,7	4	4	4
Szolnok	90	84	0,5	3	3	3
Szeged	88	82	0,7	4	3	5
Békéscsaba	90	86	0,5	3	2	5
Debrecen	94	91	0,3	2	1	2
Nyíregyháza	88	84	0,5	4	3	3
Miskolc	87	80	0,6	4	3	3

gő meglehetősen alacsony párologtatóképességét, amelynek havi összege csak néhol haladta meg a 10 mm-t. Az utolsó napok enyhülése és a napközben feloszló köd hatására egyes helyeken az utolsó dekád párolgása jelentősebbé vált.

állomás	átlagos relatív nedvesség %	relatív nedvesség 13 órás átlaga %	átlagos telítési hiány mb	a levegő párologtató képessége		
				dekád		
				összeg mm		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád
Szombathely	87	81	0,8	7	3	4
Győr	85	75	1,1	7	5	5
Keszthely	86	79	0,9	7	4	5
Siófok	82	75	1,3	9	6	5
Pécs	83	77	1,2	8	6	5
Budapest	79	69	1,5	9	9	6
Szolnok	83	71	1,2	8	7	5
Szeged	82	75	1,3	8	8	5
Békéscsaba	84	73	1,2	7	8	5
Debrecen	83	72	1,2	5	10	5
Nyíregyháza	79	71	1,4	6	10	6
Miskolc	79	65	1,4	7	9	6

Az enyhe, gyakran szeles időjárás eredményeképpen februárban kevés volt a köd, és nagyrésze napközben feloszlott. Egész napon át fennmaradó ködös idő csak a hónap közepén 1-2 napon volt. A szárazabb és melegebb időjárás hatására a párologtatóképesség havi összege - főleg az ország keleti felén - meghaladta a 20 mm-t. Szükség is volt erre, mert a hirtelen hóolvasás hatására sok helyen elkezdtek belvizek. Mivel a talaj felső rétegei még fagyottak voltak, a mintegy 20 mm-nyi párolgás jelentős tárogatást nyújtott a belvizmentesítésnek.



SZÉL

1978. December

A hónap légáramlás tekintetében meglehetősen csendes volt. December 1-én a Dunántúlon voltak viharos szelek, de az ország többi részét ez nem érintette. A legnagyobb szélsébségeket a hó-

állomás	maximális szélhőkés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	N	16,6	18.	2
Győr	SW	15,3	31.	1
Keszthely	SSW	11,0	29.	-
Siófok	SSW	22,0	29.	4
Pécs	ESE	18,4	19.	5
Budapest	NNW	15,4	1.	1
Szolnok	SSW	14,4	31.	-
Szeged	WNW	16,0	30.	1
Békéscsaba	S	14,7	31.	-
Debrecen	SSW	16,2	31.	2
Nyíregyháza	SSW	14,5	31.	-
Miskolc	S	13,1	31.	-

nap utolsó napjaiban észleltek, erős, helyenként viharossá fokozódó déli-délnyugati szél tört be hazánk területére.

1979. Január

Az ország északnyugati részében már december 31-én délután betört a hideg, viharos északi/északnyugati széllel. Elsején és másodikán országszerte viharos szél tombolt, és csak lassan mérséklődött. A szélhőkésélek elérték a 15 m/s értéket de sok helyen a 25, sőt

állomás	maximális szélhőkés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	NNW	29,0	1.	8
Győr	NNW	21,0	2.	5
Keszthely	N	28,0	1.	5
Siófok	NNW	30,7	1.	8
Pécs	NNW	21,8	14.	7
Budapest	NW	34,3	1.	8
Szolnok	NW	16,8	1.	2
Szeged	NNW	27,4	1.	5
Békéscsaba	W	20,2	30.	3
Debrecen	SSW	18,3	30.	4
Nyíregyháza	NNE	18,8	1.	3
Miskolc	WNW	12,0	3.	0

a 30 m/s értéket is meghaladták. Január 10-től ismét megerősödött a szél, majd 13-14-15-én a viharos északnyugati szél sokfelé jelentős hófúvást okozott. Viharos szeleket jelentettek még 30-án is.

1979. Február

Szeles volt a február is, habár nem voltak a januárihoz hasonló viharok, de szinte az egész hónap folyamán gyakran fújt élénk, sőt erős szél. Viharos szeleket 3-4 esetben jelentettek, főleg a Dunántúlról.

állomás	maximális szélhőkés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	N	19,1	6.	3
Győr	SSW	15,1	2.	2
Keszthely	NNW	12,0	25.	0
Siófok	SSW	21,1	2.	4
Pécs	ESE	21,1	16.	4
Budapest	NNW	17,7	9.	3
Szolnok	SSW	12,0	2.	0
Szeged	SSE	19,8	17.	1
Békéscsaba	N	13,4	6.	0
Debrecen	NNE	17,1	6.	2
Nyíregyháza	ESE	14,0	18.	0
Miskolc	WNW	10,0	9.	0



TALAJHŐMÉRSÉKLET

1978. December

A december eleji fagyos időjárás következtében a talaj felső rétegei átfagytak. Ez tette lehetővé, hogy a enyhült időjárás következtében néhány napig megmaradjon a hótakaró. Az ország keleti részein a talajfagy még a hónap második dekádjában is megmaradt, és csak az utolsó napokban engedett föl.

1979. Január

Az erős lehűlés hatására a talaj felső rétegei átfagytak. Az egész országot borító hótakaró a már fagyott talajra borult. Ez ugyan megakadályozta a további hűlést, de nem is engedett föl az egész hónap folyamán. A hónap végén a felmelegedés és az olvadás az 5 és 10 cm mélység között fagyott réteget talált, amely megakadályozta a csapadék beszívását.

1979. Február

A hónap közepére felengedett a talajfagy, de a 20. utáni lehűlés eredményeképpen kb. 10 cm mélységig ismét fagyottá vált. Ez a februári felengedés számos területen felfagyási károkat eredményezhetett.

állomás	átlagértékek 5 cm mélységben			átlagértékek 10 cm mélységben		
	1. dekád	2. dekád	3. dekád	1. dekád	2. dekád	3. dekád

1978. December

Szombathely	0,2	0,1	-1,5	-1,0	0,1	0,2
Győr	1,4	1,8	-0,8	-0,6	1,1	1,5
Keszthely	1,5	2,2	0,0	0,4	1,6	2,3
Siófok	0,9	2,0	0,6	0,6	0,8	1,7
Pécs	1,3	2,3	-0,7	-0,1	1,2	2,3
Budapest	1,3	2,8	-0,4	0,5	1,7	2,8
Szolnok	1,3	3,3	-0,2	0,6	1,1	3,0
Szeged	1,6	2,5	-0,3	0,1	1,5	2,3
Békéscsaba	1,3	3,1	-1,0	-0,2	1,1	3,0
Debrecen	-0,4	1,7	-0,3	0,1	-0,3	1,6
Nyíregyháza	-0,3	1,5	-1,4	-0,8	-0,4	1,3
Miskolc	-0,7	0,4	-1,8	-1,0	-0,7	0,2

1979. Január

Szombathely	-4,3	-4,0	-1,1	-3,6	-3,7	-1,2
Győr	-3,4	-2,7	-0,5	-2,7	-2,8	-0,8
Keszthely	-2,5	-1,9	-0,7	-1,5	-1,6	-0,7
Siófok	-2,2	-1,1	-0,5	-1,9	-1,2	-0,7
Pécs	-2,4	-1,3	0,1	-0,7	-0,9	-0,3
Budapest	-3,2	-1,8	-0,5	-1,8	-1,4	-0,6
Szolnok	-1,3	-1,6	0,1	-0,4	-1,4	-0,3
Szeged	-2,0	-1,6	0,6	-1,4	-1,3	-0,3
Békéscsaba	-4,2	-2,4	1,0	-2,4	-2,3	0,3
Debrecen	-1,5	-1,7	-0,7	-0,7	-1,4	0,4
Nyíregyháza	-3,1	-1,5	-0,3	-2,4	-1,6	-0,6
Miskolc	-4,8	-4,1	-1,1	-3,8	-3,8	-1,3

1979. Február

Szombathely	0,5	1,2	-0,9	0,4	1,2	-0,6
Győr	0,5	1,8	-0,2	-0,0	1,4	-0,1
Keszthely	0,2	1,9	0,2	0,2	2,0	0,4
Siófok	0,1	1,2	-0,2	-0,2	0,9	-0,2
Pécs	1,9	2,4	-0,4	1,8	2,5	-0,1
Budapest	1,0	2,9	0,0	1,1	2,7	0,5
Szolnok	2,0	3,2	0,1	1,7	2,9	0,4
Szeged	2,8	3,2	0,2	2,7	3,2	0,6
Békéscsaba	2,2	3,8	-0,4	2,2	3,8	0,4
Debrecen	0,5	2,1	-0,3	5,6	2,3	0,2
Nyíregyháza	0,4	1,6	-0,5	0,3	1,3	-0,4
Miskolc	-0,3	0,2	-1,9	-0,4	-0,3	-1,5



TALAJNEDVESSÉG

1978. December

Az 1978. évi hűvös nyár ugyan csökkentette a talajok párolgási vízvesztését, azonban a továbbiakban csupán a szeptemberi átlagkörüli csapadékok jelentettek vízbevételt. Az október-novemberi csapadékszegény időjárás a talajok további kiszáradását eredményezte, olyannyira, hogy az ősziak keléséhez igen szűkösek voltak a talajnedvesség-vízszintek. Jelentős bevételnek számított a decemberi csapadék. Ez a mennyiség azonban az ország jelentős részén csupán a felső 50 cm-es talajréteg részleges telítéséhez volt elegendő, - a mélyebb /50-100 cm/ rétegekbe nem történt leszívargás. E rétegekben a szántóföldi hasznos vízkapacitásnak megfelelő vízmennyiség 1/3-1/4 része volt csak jelen.

1979. Január

A felsőbb talajrétegek csak a hónap utolsó napjaiban, a talajfagy részleges kiengedése után voltak csak képesek hasznosítani a hótakaró víztartalmát. A mélyebb rétegekben pedig a tartós talajfagy hatására a még mélyebben fekvő, melegebb és nedvesebb rétegekből a hidegebb, szárazabb rétegbe megindult a nedvesség felfelé irányuló mozgása. Ez a páraszállítás, melyet talajharmatnak is neveznek, igen kis intenzitású, de a hőmérséklet és nedvességkülönbség következtében esetenként jelentős bevételt jelenthet a vizsgált réteg számára.

állomás	telítettség a szántóföldi hasznos vízkapacitás %-ában							
	0 - 50 cm réteg				50 - 100 cm réteg			
	1-én	11-én	21-én	utolsó napon	1-én	11-én	21-én	utolsó napon

1978. December

Szombathely	57	57	60	63	25	25	25	25
Győr	40	40	49	50	18	18	18	18
Keszthely	38	37	45	55	29	29	29	29
Siófok	43	45	58	66	25	25	25	25
Pécs	30	32	65	82	24	24	24	24
Budapest	44	43	58	61	22	22	22	22
Szolnok	34	35	51	62	22	22	22	22
Szeged	33	33	60	88	27	27	27	27
Békéscsaba	64	69	87	97	30	30	30	30
Debrecen	56	58	83	92	33	33	33	33
Nyíregyháza	51	51	89	98	41	41	41	41
Miskolc	59	59	67	73	40	40	40	40

1979. Január

Szombathely	63	63	63	97	25	25	25	25
Győr	50	50	50	75	18	18	18	23
Keszthely	55	55	55	96	29	29	29	29
Siófok	66	66	66	97	25	25	25	25
Pécs	82	82	82	97	24	24	24	35
Budapest	61	61	61	97	22	22	22	22
Szolnok	62	62	62	97	22	22	22	22
Szeged	88	88	88	97	27	27	27	27
Békéscsaba	97	97	97	98	30	30	30	79
Debrecen	92	92	92	98	33	33	33	41
Nyíregyháza	98	98	98	98	41	41	41	60
Miskolc	73	73	73	98	40	40	40	47

1979. Február

Szombathely	97	96	95	95	25	38	52	60
Győr	75	80	88	87	23	32	40	55
Keszthely	96	97	96	95	29	37	51	64
Siófok	97	97	96	95	25	32	60	71
Pécs	97	97	96	95	35	39	68	95
Budapest	97	97	94	91	22	31	43	68
Szolnok	97	96	90	86	22	41	59	84
Szeged	97	95	92	89	27	39	50	63
Békéscsaba	98	96	91	88	79	85	90	99
Debrecen	98	98	95	92	41	67	83	99
Nyíregyháza	98	98	96	95	60	74	86	99
Miskolc	98	98	95	94	47	58	71	87

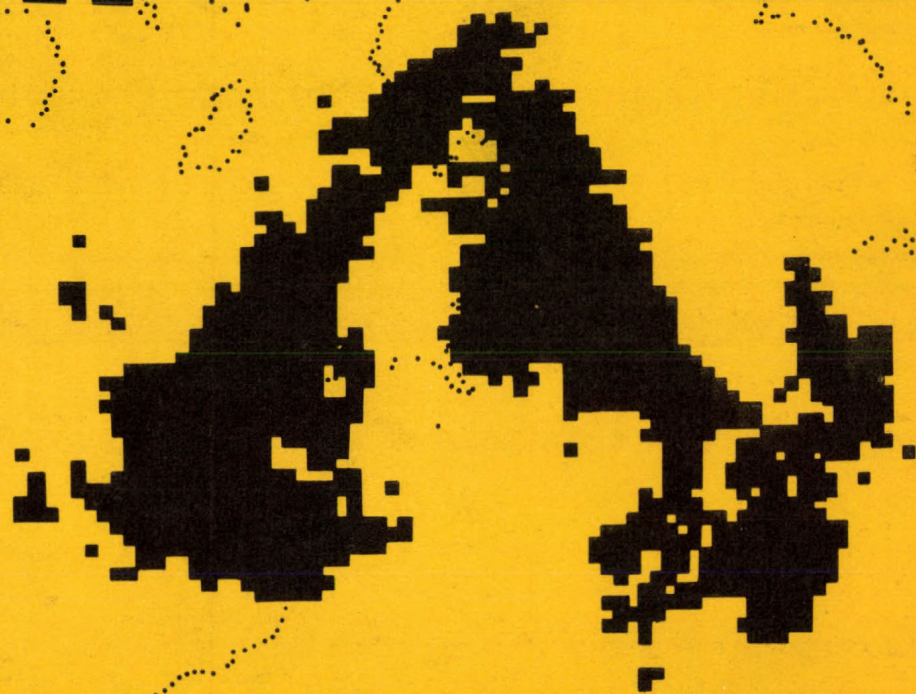
1979. Február

A felső /0-50 cm/ talajrétegek gyakorlatilag telítődtek - még ott is, ahol nem borította a talajfelszín belvíz. A közölt adatok természetesen nem veszik figyelembe az összegyűlt belvíz jelenlétét, csakis a természetes vízház-

tartás eredményeképpen előálló nedvességtartalmat. A mélyebb rétegekben tovább folytatódott a felfelé irányuló nedvességszállítás, amelyhez sok helyen a megemelkedett talajvízszint kapilláris hatása is hozzájárult. Végeredményben február végén a növényzet életjelenségeinek megindulásához elégséges talajnedvesség áll rendelkezésre országszerte.

1555
05

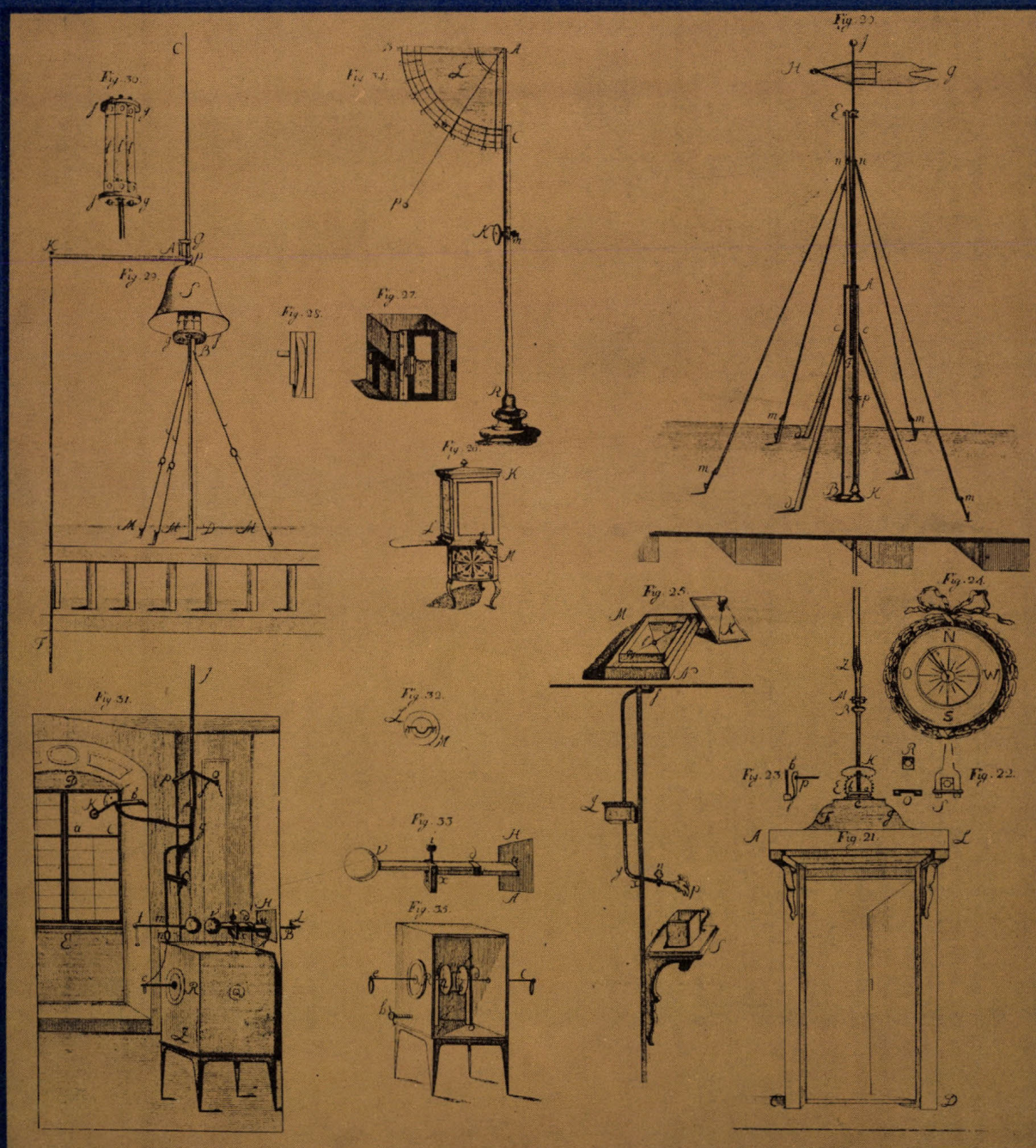
1511

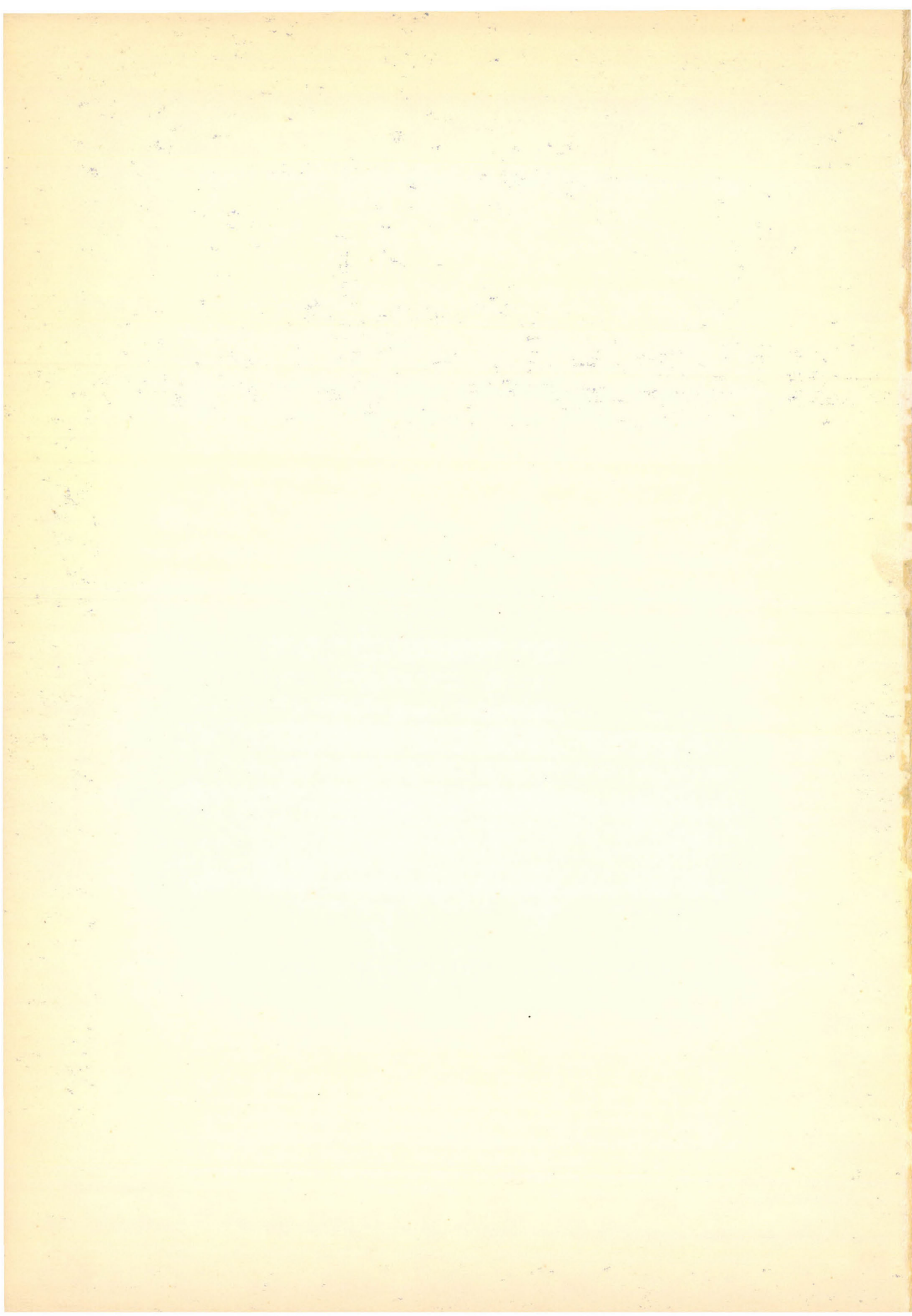


LÉGKÖR

XXIV. évfolyam

1979. 3. szám





LÉGKÖR

XXIV. évf. 1979. 3. szám
Megjelenik negyedévenként

Felelős szerkesztő:

Dr. Ambrózy Pál
a szerkesztőbizottság elnöke



Operatív szerkesztők:

Dr. Csomor Mihály
Dr. Szabó Emilné



Szerkesztő Bizottság:

Bóna Márta
Bozó Pál
Dunay Sándor
Kapovits Albert
Dr. Kozma Ferencné
Mezősi Miklós
Dr. Rákóczi Ferencné
Schirokné Kriston Ilona



Technikai szerkesztő:

Máthé Gyuláné

Grafika és Tipográfia:

Lifka Mihályné
Kádiné Honyák Agnes

ISSN 0133-3666

A kiadásért felel:

Dr. Czelnai Rudolf az OMSZ elnöke

Készült:

Az Országos Meteorológiai Szolgálat
Házinyomdájában
1500 példányban
Msz: 79.561

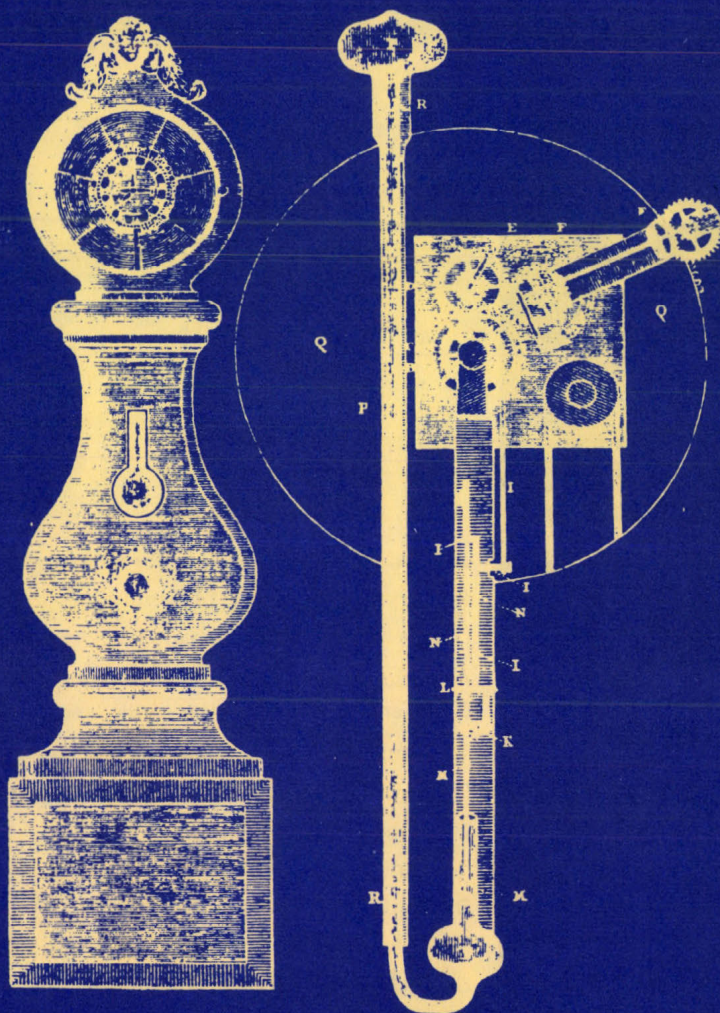
AZ
ORSZÁGOS
METEOROLÓGIAI
SZOLGÁLAT
SZAKMAI
TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

A címlapon:

A
SOCIETAS
METEOROLOGICA PALATINA
MŰSZEREI

Dr. Czelnai Rudolf: (1780-1795) Societas Meteorologica Palatina	1
Dr. Tárkányi Zsuzsanna: Meteorológia és energia	11
Dévényi Dezső: Meteorológiai adatok négydimenziós asszimilációja	18
A rövidtávú előrejelzés néhány aktuális kérdéséről (Részletek egy nyugalomba vonuló prognosztizőr búcsúbeszédéből)	22
Várhelyi Gabriella: Antropogén tevékenység hatása a légkörre	24
Dr. Simon Antal: Új mérések a meteorológiában V.	26
Dr. Szabó Emilné: Kislexikon	31
Dr. Böjti Béla: A 45. balatoni viharjelző idény krónikája	32
Dr. Böjti Béla: Szélvihar a Balatonon	33
Horváth László: A légszennyeződés hatása a Balaton vízminőségére	34
Dr. Zách Alfréd: 45 évvel ezelőtt indult meg a dunai viharjelzés	38
Dr. Zách Alfréd: Emlékezés Réthly Antalra születésének 100. évfordu- lóján	39
Magyarország időjárása 1979. tavaszán	41



Changeux-féle higanyos barográf (1785)



(1780 ~ 1795)

SOCIETAS METEOROLOGICA PALATINA

„A tudományok között mindazok, amelyek amellet, hogy a Teremtő legbölcsebb szándékait hirdetik, még az ember életére és mindennapi legfontosabb tevékenységeire is különleges közvetlen hatással bírnak, megkülönböztetett gondozást és figyelmet érdemelnek, s mennél elhanyagoltabbnak tűnjék állapotuk, annál inkább fontos, hogy felemelésükre, kiművelésükre és kiteljesítésükre most kezünk rátéssék. Ilyen indítékoktól vezérelve Őméltósága a Választófejedelem az időjárás kutatást legmagasabb oltalmával kitüntetni érdemesítette és máris intézkedéseket tett, hogy a választófejedelmi örökbirtokok számos arra érdemes székhelyein, továbbá Európa más tájain, valamint más világrészeken is a jövőben lehetőleg egyidejűen, s a legmagasabb költségekkel előállított eszközökkel felszerelve naponkénti megfigyelések történjenek és azok összegyűjtessenek. E legmagasabb szándék teljes elérése érdekében elhatározta továbbá, hogy e munkához a szükséges önállóságot is megadja, egyidejűleg azonban a Mannheimi Tudományos Akadémiának, amely munkái által már eddig is a legmegérdemeltebb hírnevet szerezte, ezáltal egy újabb bővítést adományoz és ezért úgy rendelkezik, hogy annak egy új alosztálya létesíttessék „Meteorológiai Osztály” néven.”

„Feladatuk lesz ezután a legmegfelelőbb helyeken szorgalmas megfigyelőket felkutatni és azok bevonásával új mérőeszközökön gondolkodni, a régieket és már ismerteket tökéletesíteni, a javasoltakat kipróbálni, az új készítményeket felkutatni, a felvetett kérdéseket az észlelőkkel írásban tudatni, a végzett megfigyelések adatait összegyűjteni, ezeket a munkák közreadása érdekében latin nyelvre fordítani, megjegyzésekkel - amelyek a különböző megfigyelések összevetését illetik - ellátni, minden évben kinyomtatásra előkészíteni és mindenek fölött a kitűzött legmagasabb cél eléréséhez, vagyis ennek az eddig oly kevésbé kidolgozott tudománynak a feltárásához tevékenyen hozzájárulni. Az elsorolt célok érdekében biztosíttassék nekik egy külön titkár, akinek kezében mindezek az ügyek összefutnak, s akinek az ily feladattal arányban álló fizetést az Akadémia folyósítsa.”

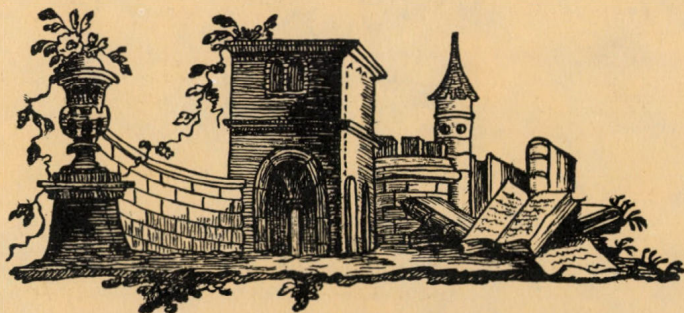
„A különféle vidékeken elosztott megfigyelőket az Akadémia Meteorológiai Osztályának külső tagjaiként kell számításba venni és mindegyiküknek kell küldeni egy-egy választófejedelemségi költségen előállított (lég)súlymérőt, hőmérőt, valamint - ahol ezt a megfigyelő érdemesnek ítéli, továbbá a hely- és a körülmények megengedik - egy-egy legpontosabban hitelesített (mágneses) elhajlásmérő tűt. Ezen túlmenően, a szükséges egyöntetűség elérése érdekében úgyszintén szükséges, hogy a JOHANN JACOB HEMMER akadémikus, udvari káplán szellemi útmutatása alapján tervezett „Monitum ad observatores” (észlelőknek szóló figyelmeztetés), valamint a kinyomtatott „Tabula meteorologica” űrlapok minden megfigyelőnek - az elsőtől az utolsóig - elégséges számban megküldessenek. E küldemények, továbbá az ügyekhez szükséges messzire terjedő levélváltások nagyobb biztonsága és könnyebbége érdekében Őfelsége a Választófejedelem a Külügyek Legfelső Hivatalán keresztül utasította a Választófejedelemség valamennyi követét minden ilyen csomag és levél átvételére, továbbítására és elszámolására.”

1780. Szeptember 15. München

C. Th. E.

Vt. L. B. de Vieregg

(miniszter)



E társaság működése, különösen pedig az általa szervezett és fenntartott nemzetközi megfigyelőhálózat, rendkívüli jelentőségű a meorológiai tudomány történetében. Ez volt ugyanis az első, egységes műszerekkel felszerelt, egységes szabályok szerint működő nemzetközi meteorológiai megfigyelőhálózat, amely nemcsak például szolgált minden későbbiekben szervezett hasonló hálózat számára, hanem 1781 és 1792 között végzett 12 éves hálózatszerű megfigyelési sorozatával nélkülözhetetlen alapanyagot is adott a következő évtizedek meteorológiai kutatásaihoz.

A meteorológiai tudomány megszületésének gyökerei Európában a görögökre vezethetők vissza. A rendelkezésre álló adatok szerint a légköri jelenségek (szelek, felhők, villámlások stb.) magyarázatára először a *milétosi* Anaximander (i.e. 611-547) és Anaximenész (i.e. 585-524) tettek kísérletet. Ezeket követően Xenophanosz, Herakleitosz, Anaxagoras, majd Empedoklész és Demokritosz is foglalkozott a légkört érintő különféle problémákkal.

METEOROLO.
 Tomus sextus operum
ARISTOTELIS
STAGIRITAE,
 PERIPATETICORVM PRINCIPIS.
 Naturalis eam Philosophiæ adferens sectionem,
 QUAE AD METEOROLOGICORVM,
 seu sublimium corporum, & vegetabilium quidditates
 species, & passionem, Animalium vero
 Historiam, partes, & Incessum
 spectare dignoscitur.
 CUNCTA VSQVE AD EO CLARA, NITIDA,
 Illustrata, distinctaq; procedunt vt Aristotelem, Auerroemq;
 ipsum, viuientes hæc differere videatur.
 QUAE HOC CLAUDVNTVR TOMO
 sequens indicat pagina,

Ex dono Dⁿⁱ. Barongii
 possideat Conuinctus
 Maria de graa
 ad lutiham
 festij C^od. Janij
 Iuanitij 1642
 vulgo
 Piepius

Cum summi Pontificis, Gallorum Regis, Senatusq; Veneti decretis.
 VENETIIS MDLX.

Arisztotelész munkáját elsősorban tanítványa és követője, Theophrasztesz folytatta, a „szeklekről” és „az időjárásváltások előjeleiről” írt műveiben.

A meteorológiával kapcsolatos ókori felfogásra jelentős hatással volt később *Seneca* (i.e. 4. sz. 65) római filozófus, aki a meteorológiai tudomány *Arisztotelész*-től származó körülhatárolását pontosította, egyértelműen elválasztva a légköri szférát az égi szférától és a földi szférától. A további ókori és középkori gondolkodók, akik meteorológiai kérdésekkel is foglalkoztak, szinte kizárólag a légkör optikai jelenségeinek magyarázatára összpontosították figyelmüket. Közöttük említhető *Ptolemaiosz* (i. e. 150), *Al Kindi* (arab, 800-870), *Avicenna* (arab, 980-1037), *Alhanezen* (arab, 1000 körül), *Albertus Magnus*, (német 1193-1280), és *Dietrich von Freiberg* (német, 1250-1310).

2

tak. Az igazi nagy lökést azonban a később kibontakozó nyílttengeri hajózás adta.

Bartolomeu Diaz 1487-ben felfedezte a *Jóreménység-fokát* és ezzel megnyitotta az utat *Afrika* körülhajozására (*Cseng Ho* ugyanezt a pontot *Kína* felől kb. ugyanekkor ért el). *Kolumbusz Kristóf* 1492-ben felfedezte *Amerikát* (pontosabban ekkor még csak *Kubát* és *Hispaniolát*). 1498-ban *Vasco da Gama* *Afrika* megkerülésével (*Európából*) elsőként jutott el *Indiába*. Végül *Fernao de Magalhaes* (*Magellán*) flottája az 1519-1521 években körülhajózta a Földet és végleges bizonyítékot szolgáltatott annak gömbalakjára.

A távoli tengerek és földrészek egzotikus légköri jelenségei, amelyekről az utazók beszámolnak, pl. a 2. és 3. képen egykori ábrázolásban látható tornádók, felcsigázták a művelt nagyközönség érdeklődését a légkörtudományok iránt. A meteorológia divatba jött.



2. kép: Tornadó-család a tengeren (egykorú rajz)

Ennél még lényegesebb volt azonban az, hogy a gyakorlat is igényelte a légköri je-

lenségek tanulmányozását. A tengerhajózásnak mindekelőtt navigációs műszerekre és térképekre volt szüksége. De fontossá vált a szelek irányának és erősségének objektív meghatározása is, a szállított áruk védelme pedig felvetette a légnedvesség és léghőmérséklet mérésének feladatát.

A nedvességmérésre az első kísérletet, ismereteink szerint, *Nicolaus Cusanus* (1401-64) német természetfilozófus tette, mégpedig a légnedvesség hatásának kített gyapotlabdák súlyának mérésével.

A meteorológiai műszerek fejlesztése terén a 16. században *Itália* vette át a vezetést. *Leonardo da Vinci* 1500 táján kidolgozta egy nedvességmérő műszer tervét, (amely tudománytörténeti szempontból igen érdekes, de távolról sem oldotta meg a problémát) *Galilei* pedig 1597-ben megszerkesztette un. „levegő termoszkópját”, a hőmérő őseit, amelynek nyomán *Santorio*

1600-ban készítette el az első gyakorlatilag is használható hőmérőt.

A legnevezetesebb esemény vitathatatlanul *Torricelli* 1643-ban végzett kísérlete

zögzazdaság is táplálta. Az un. „mezögzazdasági forradalom” *Lombardiából* indult a 15. sz.



3. kép: A tornádó veszélyei (egykorú rajz)

volt: egy üvegcsövet higany-nyal töltött meg, majd végét befogta és nyílásával lefelé, higannyal telt edénybe állította. Azt tapasztalta, hogy a higany fölött a csőben ür keletkezik.

Ez azért volt szenzációs felfedezés, mert *Arisztotelész* nyomán *Torricelli* kortársai még azt hitték, hogy az üres tér (vákuum) lehetetlenség: „a természet irtózik az ürtől” („horror vacui”). *J.D. Bernal* sorait idézve: „*Torricelli* bizonyította be, hogy ez az irtózás 76 cm-es higanyoszlop súlyának felel meg és a légnyomással azonos”.

E híres kísérlet alapján *Viviani* még abban az évben elkészítette az első igazi barométert, *Castelli* pedig 1639-ben szerkesztett egy csapadékmérőt.

Ezt a fejlődést legfőképpen a firenzei *Medici* család ösztönözte. Akkoriban Firenze nagy kincse a posztógyártás és gyapjúkereskedelem volt. Mivel a gyapjút *Angliában* vették, a tengeri szállítás-hoz nagy érdekeik fűződtek. A légköri folyamatok iránti érdeklődésüket a hajózás mellett a me-

második felében és rövidesen rendkívüli jövedelmekre vezettet. A *Mediciek* ezért növelni kezdték földbirtokaikat, s hogy ezek mezögzazdasági termelését fokozzák és biztonságosabbá tegyék, 1654-ben létrehozták az első meteorológiai megfigyelő hálózatot. Ennek állomásai *Toscánában*, a *Pó-síkságon*, valamint *Varsóban*, *Párizsban*, *Innsbruckban* és *Osnabrückben* működtek. *Firenzében* a megfigyeléseket időszakonként igen sűrűn (pl. naponta 15-ször) végezték.

Ugyancsak a *Medici* család egyik tagja, *II. Ferdinánd* nagyherceg hívta életre 1657-ben a híres „*Accademia del Cimento*” nevű tudományos társaságot, amely az első műszeres meteorológiai megfigyelések eredményeiről 1667-ben publikálta a „*Saggi di Naturali Esperienze fatta nell' Accademia del Cimento*” c. művet. E könyv 18 fejezete ismerteti a műszereket, a rendszeres kísérleteket, a légnyomás, fagyás és fagyasztás, hőtágulás, mágnesség és elektromosság, hangterjedés, ballisztika,

stb. területén megfigyelt jelenségeket.

Az alapvető műszerek birtokában a 17. század folyamán több helyen indultak rendszeres meteorológiai megfigyelések.

A párizsi csillagvizsgálóban* pl. 1664-ben kezdték el a légnyomás rendszeres mérését, és ez a világ leghosszabb megszakítatlan adatsora.

Oxfordban és Londonban 1666 és 1692 között végeztek párhuzamos megfigyeléseket. Kielben 1679-től 1709-ig Leibniz kezdeményezése nyomán rendszeresen és megszakítás nélkül mérték a légnyomást, hőmérsékletet, szélirányt, szélerősséget, és feljegyezték az időjárás egyéb jellemző eseményeit. Berlinben* 1701-től, Bécsben 1709-től, Sopronban 1711-től, Eperjesen és Besztercebányán 1717-től, Uppsalában* 1722-től, Varsóban és Páduában* 1725-től, Szentpéterváron 1726-tól, a hollandiai Zwanenburgban* 1735-től, a Nagyszombati Egyetemen 1755-től, végül a prágai Clementiumban* 1774-től végeztek műszeres megfigyeléseket. (A *gal jelölt sorozatok máig folyamatosak.)

Ez a felsorolás távolról sem teljes, csak érzékeltetni próbálja azt, hogy a 18.sz. elejétől kezdve Európa szerte egyre több helyen végeztek meteorológiai megfigyeléseket. Egyre nyilvánvalóbbá vált azonban, hogy az eltérő konstrukciójú és skálázású műszerekkel, eltérő napszakokban és eltérő módszerekkel végzett megfigyeléseket csaknem lehetetlen összevetni és felhasználni. A meteorológia fejlődéséhez viszont olyan adatokra volt szükség, amelyek nagy térségekről adnak áttekintő képet.

A kialakult helyzetet akko-

riban az jellemezte, hogy pl. a folyadékos hőmérőkben borszeszt, olajat és 1714-től (Fahrenheit nyomán) higanyt egyaránt alkalmaztak. A hőmérők skálái között nem volt semmiféle összhang.

Egy 1778-ban megjelent disszertáció 60-féle hőmérő-skála összevetéséről szól, amelyek közül 27-féle skála volt széleskörű használatban!

E probléma megoldását elsőként valószínűleg J.H.Lambert (1728-1777) német meteorológus kezdte sürgetni. Már 1771-ben javaslatot tett egy teljesen egységes műszerekkel felszerelt, világméretű megfigyelőhálózat létrehozására. Ezzel kapcsolatban kidolgozott egy meteorológiai szimbólum-rendszert is, a különféle időjárási események egyszerű és nemzetközileg egységesen használható feljegyzésére.

Lambert javaslatának valóra váltására J.L.Boeckmann karlsruhei professzor tett először kísérletet. 1778-ban megszervezte az un. „Badeni Időjárási Intézetet,” és megkezdte egy olyan megfigyelőhálózat kiépítését, amely Németország területén belül 40-50 állomásból állt volna. Sajnos a vállalkozás költségei a vártnál jóval nagyobbak bizonyultak, és ezért az intézmény mindössze egy évig működött. Mindazonáltal 1779-ben megjelent az un. „Karlsruhei Meteorológiai Ephemeridák” egyetlen kötete (ephemerida = feljegyzés), amely a rövid ideig üzemelő hálózat megfigyeléseinek adatait tartalmazta.

A „Mannheimi Társaság” létrehozása

Boeckmann vállalkozását nagy figyelemmel kísérte Johann Jacob Hemmer

(1733-1790), az 1763-ban alapított Pfalzi (Mannheimi) Tudományos Akadémia egyik tagja, s egyszemélyben Károly Tivadar pfalzi választófejedelem udvari káplánja és famulusa, aki a fejedelmi palotában berendezett fizikai laboratóriumot is vezette.

Hemmer érdeklődését eleinte az elektromosság, s különösen a lélektromosság és villámhárítás problémája kötötte le. Később, amikor a választófejedelem figyelmét Toaldo 1777-ben megjelent „Időjárástudomány a mezőgazdaság számára” c. könyve felkeltette, Hemmer is egyre inkább a meteorológiai kutatások felé fordult. Boeckmann vállalkozásának tapasztalatait alaposan tanulmányozta, majd javaslatot fordult patrónusához. Ez a javaslat vezetett a „Societas Meteorologica Palatina” megszületéséhez: a bevezetőben bemutatott alapító levél kiadásához.

A társaság alapító levelében is említett titkári teendők ellátására, amint lenni szokott, a javaslattevő kapott megbízást. Minden kétséget kizáróan megállapítható, hogy Hemmer kiváló szervezőnek bizonyult, s emellett munkáját rendkívüli szorgalommal és odaadással is végezte. A vállalkozás sikere igen nagy mértékben neki tulajdonítható.

Megjegyezhetjük azonban, hogy Károly Tivadar közvetlen érdeklődése és támogatása nélkül az egész tervből semmi sem valósulhatott volna meg. Mindenekelőtt jelentős anyagi eszközre volt szükség. Ezen kívül, amint az alapító levélből látjuk, a külügyi szerveken keresztül nyújtott támogatás sem volt nélkülöz-

ható. Ennek hiányában ugyanis, az akkori körülmények között bajosan juthattak volna el a műszerek és a jelentések időben és épségben a rendeltetési helyükre. Ehhez hozzátehetjük, hogy a nemzetközi meteorológiai együttműködés ma is kormány szintű megállapodásokon alapul, másként nem is volna elképzelhető. A Societas Meteorologica Palatina tehát abból a szempontból is úttörő jelentőségű, hogy alapítói ezt az egyszerű igazságot elsőként fedezték fel.

Jogos a kérdés, hogy miért is nevezték a Pfalzi (Mannheimi) Meteorológiai Társaságot „Societas Meteorologica Palatina”-nak? Erre a válasz egyszerűen az, hogy a német „Pfalz” szó voltaképpen palotát jelent, ami latinul „palatium”, és az ebből képzett melléknév nőnemű alakja a palatina.

Néhány szót érdemes a Pfalzi Tudományos Akadémiára is áldoznunk, hisz nem közömbös kérdés, hogy milyen volt az a szervezet, amelynek a „Societas Meteorologica Palatina” egyik alosztálya lett.

Mint láttuk, 1780-ban a Pfalzi Akadémia még viszonylag fiatal intézmény volt, hisz 1763-ban jött létre. Eleinte a keretei között csak két osztály működött: a történelmi- és a fizikai osztály. Volt két társelnöke, egy igazgatója és egy állandó titkára. A hazai rendes tagokat a Választófejedelem nevezte ki, a külföldi tagokat viszont választották, de ezt a fejedelemnek jóvá kellett hagynia. A kutatási témákat elsősorban a hazai érdekek figyelembevételével kellett kijelölni. A tagok kötelesek voltak kutatásaikról beszámolni és

eredményeiket publikálni. Az Akadémia rendes üléseit minden héten csütörtökön tartották a fejedelmi palota könyvtártermében. Tavasszal és ősszel 6-6 hetes időtartamra szüneteltek az ülések. Közvetlenül egy-egy ilyen szünet után, tehát évente kétszer nagy ünnepi ülést tartottak, amelyeken a Választófejedelem személyesen is megjelent. A tavaszi ünnepi üléseken került sor az elhunyt tagokkal kapcsolatos megemlékezésekre, ősszel pedig az évente kiírt (50 dukátos) pályadíjak átadására. (Megemlíthető pl., hogy 1781-ben légnedveségmérő műszer szerkesztésére is írtak ki pályázatot, és ez buzgó kísérletezést indított meg, de akkor olyan pályamű nem érkezett be, amit teljes értékűen díjazni lehetett volna.)

Az Akadémia különféle privilégiumokat is kapott. Ilyen volt pl. a könyvkiadási privilégium, ami jelentősen megkönnyítette a Societas Meteorologica Palatina megfigyelőhálózatában észlelt adatok rendszeres publikálását a híres „Ephemerides” sorozatban, amelyről a későbbiekben bővebben lesz szó.

Ide kívánczik azonban annak megállapítása, hogy a Mannheimeri Akadémia virágzása igen rövid ideig tartott. Hemmer 1790-ben bekövetkezett halála volt az első csapás. Munkáját hárman vették át: egy orvos, egy tü-zértiszt és egy báró, és hárman sem tudták elvégezni. Az Akadémia fizikai osztálya eltűnt a tudományos életből. A régi tagok egyre inkább színekurának tekintették beosztásukat, új tagokat nem vettek fel, és a választófejedelem is elvesztet-

te érdeklődését e tudós társaság iránt. A legnagyobb csapást a napóleoni háborúk hozták. A francia seregek kirabolták és felgyújtották az Akadémia könyvtárát, a laboratóriumokat lerombolták, az Akadémia vagyonát elkobozták. Végül Károly Tivadar 1799-ben bekövetkezett halálakor az örökébe lépő Miksa József (Maximilian Joseph) választófejedelem a maradék támogatást is megvonta az Akadémiától, amely ezzel fel is oszlott. A Societas Meteorologica Palatina azonban ezt már nem érte meg, mert sokkal előbb, 1795-ben megszűntette működését.

A „Societas Meteorologica Palatina” megfigyelőhálózatának felszerelése és működése

Az előbbiekben láttuk e tudós társaság létrehozásának előzményeit és azokat a külső feltételeket, amelyek ezt a fontos eseményt lehetővé tették. Most röviden tekintsük át a társaság meteorológiai megfigyelőhálózatának kialakulását.

Az alapítólevél nyilvánosságra hozatala után az első hivatalos lépés a Pfalzi Akadémia 1780. október 21-én tartott nyilvános ülése volt. Ezen az ülésen J.J. Hemmer előadást tartott a meteorológia hasznosságáról. Azt mondta: „ha van tudomány, amely amellet, hogy a vele foglalkozónak gyönyörűséget okoz még hasznot is hozhat, akkor az csak a meteorológia lehet.”

E mindenestre öntudatos állítást annak kifejtésével támasztotta alá, hogy a Föl-

det körülvevő levegőburok milyen sokféleképpen befolyásolja az emberek, állatok és növények életét. E megfontolások alapján különösen hangsúlyozta a meteorológia tanulmányozásának mezőgazdasági fontosságát. Áttekintette a meteorológiai tudomány fejlődését gátló tényezőket, s ezek közül kiemelte a szükséges műszerek hiányát. Ezek után a megfigyelések összehasonlíthatóságával foglalkozott, mint olyan elengedhetetlen feltétellel, amely nélkül a továbblépés lehetetlen. Ismertette a megoldás módját: egységes műszereket és pontos megfigyelési utasításokat kell a kiszemelt állomásokra küldeni!

Ez az előadás foglalta össze a Társaság programját, amelynek végrehajtásához haladéktalanul hozzá is kezdtek. A műszereket egy Olaszországból meghívott, akkoriban híres művész: Artaria készítette el. Nemcsak a műszerek működésére, de esztétikus megjelenésére is nagy súlyt helyeztek.

A legfontosabb műszer a „párizsi hüvelyk” skálabeosztású, nóniusszal ellátott barométer volt. Ennek fake-retére egy Réaumur (ill. „de Luc”) beosztású redukciós hőmérőt is szereltek. Az üvegcsövek hitelesítésére maga Hemmer dolgozott ki egy igen pontos eljárást. Ugyancsak részletesen leírta a higany tisztításának, betöltésének és légbuborékoktól való mentesítésének módját.

1785-től egyes állomásokon az egyszerű kézi leolvasású barométerek mellett az un. Changeux-féle higanyos barográfot (hátsó borítólapon látható ábra) is alkal-

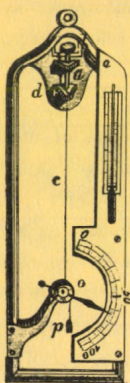
mázták. Ez az érdekes műszer úgy működött, hogy a barométer szabad ágában a higany felületére egy úszó támaszkodott, amelyhez egy könnyű függélyes léccsatlakozott. A léccvégén volt egy írókar, amely egy óraszerkezet által forgatott ún. „írókorong” előtt mozgott. A súrlódás csökkentése érdekében a toll nem ért állandóan a koronghoz: csak 4 percenként nyomta oda egy-egy pillanatra egy kalapács, amelyet a korong forgatására szolgáló óraszerkezet működtetett. Az „írókorong” 168 óra (azaz egy hét) alatt tett egy teljes fordulatot, tehát ilyen időközönként kellett a regisztrátumot cserélni.

A hőmérséklet mérésére higanyhőmérőt alkalmaztak. Hemmer azért részesítette ezt előnyben az alkoholhőmérővel szemben, mert a környező levegő hőmérsékletét gyorsabban veszi fel. Ugyanezen okból a hőmérő higanyzsákját hengeres alakúra tervezte gömbalak helyett. Itt is a Réaumur (ill. „de Luc”) -féle hőmérőskálát alkalmazták. A hitelesítést a víz fagyáspontján és forráspontján végezték el: 8 napon át (!) többször ismételve.

A hőmérők elhelyezésére az volt az előírás, hogy valamely épület északi oldalán kell felfüggeszteni, és védeni kell az épület, valamint a talaj sugárzásától. A hőmérő talaj feletti magasságát a jelentésben fel kellett tüntetni. Minden észlelő két hőmérőt kapott: egyet árnyékban, egyet pedig a napsütésnek kitéve kellett elhelyezni.

A légnedvesség mérésére 1780-ban még nem állt rendelkezésre megfelelő műszer. A legjobbnak viszonylag még a Retzius által java-

solt un. „tollcsévés higrométer” tartották, amelyben a nedvesség érzékelésére egy lúdtoll gerince (azaz „csévéje”) szolgált. Ez a műszer a légnedvességet öt fokozatban adta meg, de a mérés nagyon bizonytalan volt, bár a tollcsévék kezelésére igen bonyolult eljárásokat dolgoztak ki. Később (1783-ban) jelent meg a Saussure-féle hajszálas higrométer (4. kép), amely már minden tekintetben elégitőnek bizonyult.



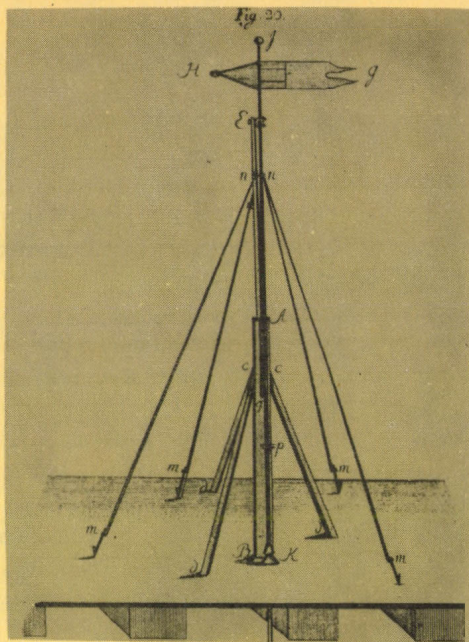
4. kép: Saussure „hajnedvmérője”

A szél mérés céljára az 5. és 6. képen látható „anemométer” használták. A valóságban ez nem volt igazi anemométer, mert csak a szél irányát jelezte. Az érzékelésre egy hatalmas (kb. 1 méter hosszú és fél méter széles) vaslemezből készült, aranyozott(!) szélzászló szolgált, amely kb. 6 méterrel emelkedett a megfigyelőállásnak helyet adó épület teteje fölé (5. kép). A zászló csúcsára (H) a kiegyensúlyozás céljából egy tömör ólomgolyót erősítettek.

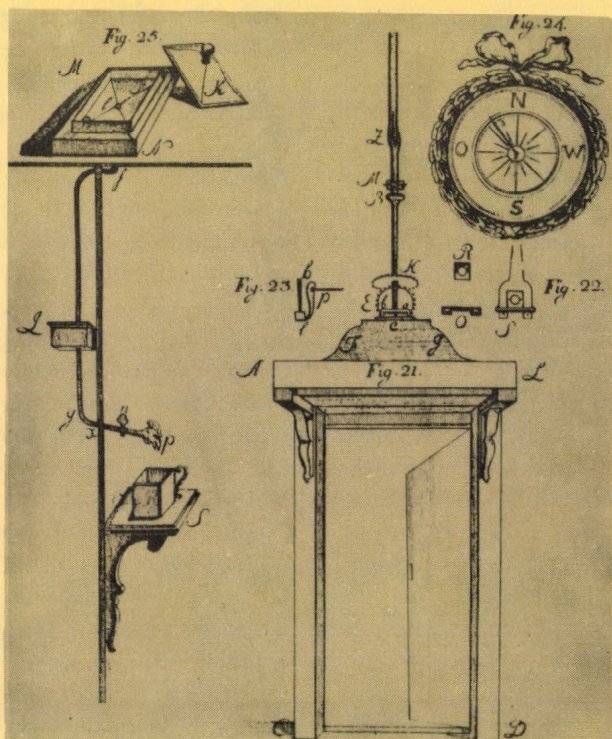
A szélzászlóval együtt forgott egy hosszú vasrúd, amelyet az állványzatra erősített gyűrűk tartottak függélyes helyzetben. Az említett vasrúd a megfigyelő

munkaszobájáig nyúlt le, ahol - a 6. kép „Fig.21.” jelű részletrajza szerint - egy fo-

A csapadékmérő a 6. kép „Fig.25.” részletrajzán látható „hietométer” volt. Fel-



5. kép: Az „anemométer” zászlója



6. kép: A szélirányjelző (Fig. 21.,22.,23.,24.) és a csapadékmérő (Fig.25.).

gaskerek-áttétel segítségével forgatta a „Fig.24.” részletrajzon látható szélirányjelző mutatóját.

fogóedényként egy 2x2 láb felületű 6 hüvelyk mélységű sárgaréz tepsi szolgált, amelyből a csapadékvíz egy

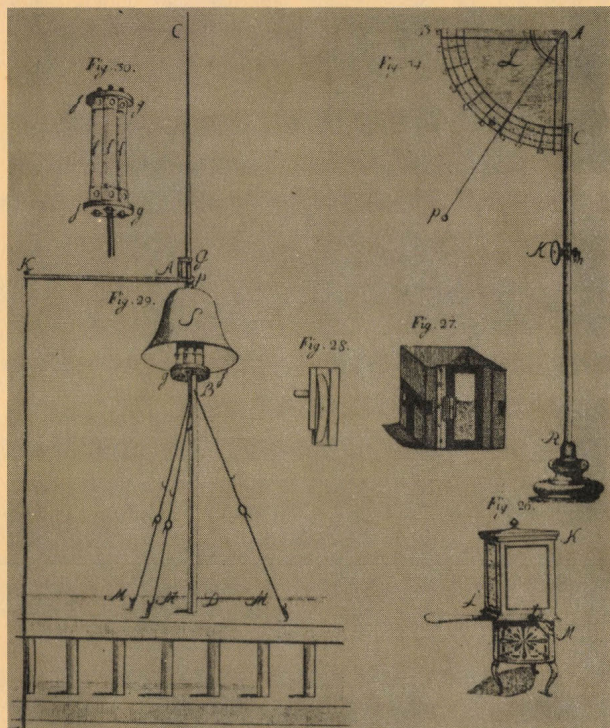
ólomcsövön keresztül jutott le a gyűjtőedénybe. Az utóbbi edény belső fala fokbeosztással volt ellátva, amelyen közvetlenül le lehetett olvasni (un. „párizsi vonalakban”) a csapadék mennyiségét.

Párolgásmérésre az un. „atmidométert” használták (7. kép: „Fig.27.” részletrajza), amely voltaképpen egy kockaalakú 4 hüvelyk élhosszúságú, felül nyitott sárgaréz doboz volt. Ennek egyik oldalába függélyes üvegablakot helyeztek a vízszint megfigyelése céljából. Az ablak mellett egy párizsi vonalbeosztással ellátott skála volt, sinen csúsztható nóniuszos leolvasóval. Ezt a műszert, gondosan becsintezve, napsütésnek és légáramlásnak szabadon kitéve kellett elhelyezni. Az edényt csapadékvízzel töltötték fel, és az elpárolgott víz mennyiségét naponta leolvasták. A 7. kép „Fig. 26.” részletrajzán látható melegítő berendezés arra szolgált, hogy télen az atmidométerben keletkezett jeget megolvassák.

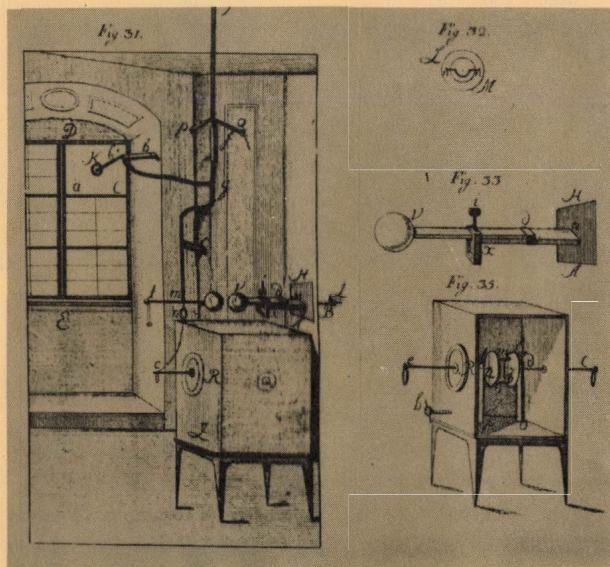
A Társaság állomásainak műszerfelszerelése világosan tükrözte, hogy Hemmer érdeklődése nem szűnt meg a lélegektromos jelenségek iránt. A lélegektromos térerő mérésére egy Mannheimben kifejlesztett „elektrométert” használtak. Ennek felfogó része, a 6. kép „Fig.29.” részletrajzán látható, kb. öt és fél méter hosszú csúcsos vasrúd (CA) volt, amely kb. másfél méterrel nyúlt a szélzászló legmagasabb pontja fölé. Ez a „villámpózna” egy vasharangba futott bele, amely három erős (kb. 4 cm vastag és 45 cm hosszú) üveg-rúdon (7. kép: „Fig.30”

részletrajza) állt, vagyis az állvány alsó részétől elektro-

vasrúd csatlakozott, amely egy rézdrótban folytatódott



7. kép: Párolgásmérő (Fig. 26., 27.) az elektrométer felfogó része (Fig. 29., 30.) és Hemmer elektrométere (Fig. 34.)



8. kép: Az elektrométer berendezései a mérőszobában

mosan el volt szigetelve. A „villámpózna” alsó végéhez az A-pontban egy vízszintes

a megfigyelő szobáig, ahol a mérésre szolgáló további berendezések (8. kép) voltak.

Amikor az állomás fölött zivatarfelhő haladt át, a lélegektromos tér erőssége megnőtt, s az előbbieken leírt berendezés segítségével elektromos töltéseket lehetett a laboratóriumba leveletetni, s ott annak segítségével pl. *leideni* palackot lehetett feltölteni, szikrákat produkálni, puska- port robbantani és mindenféle akkoriban divatos kísérletet végrehajtani. E dolgokon túlmenően *Hemmer* az elektromos térerősséget úgy próbálta mérni, hogy a külső térerősség segítségével a laboratóriumban egy rézgolyót feltöltött, és a 7. kép: „Fig. 34” részletrajzán látható eszközzel megfigyelte, hogy a rézgolyó mellé helyezett selyemfonálra függesztett könnyű „Hollunder”-golyó a függéstől milyen mértékben tér el. Ezenkívül a 8. ábra: „Fig. 35.” részletrajzán látható un. *Le Roy*-féle berendezést is alkalmazta.

Mint már a bevezetőben is említettük, az itt felsorolt berendezéseken túlmenően a Társaság egyes állomásain földmágneses méréseket is végeztek.

Az állomásokon a műszeres méréseket vizuális megfigyelések egészítették ki. Így történt pl. a szél erősségének megfigyelése, amihez 5-fokozatú skálát használtak (0 = szélcsend; 1 = gyenge légmozgás, amikor a fák levelei éppen mozogni kezdenek; 2 = gallyak mozognak; 3 = ágak is mozognak; 4 = orkán, a fákat a szél gyökerestől kitépi).

A megfigyeléseket naponta háromszor (leginkább 7, 2 és 9 órakor helyi időben) végezték. Az időjárási jelenségek feljegyzésére az eredetileg *Lambert*-által javasolt szimbólumokat használták. Ezeket az alábbi néhány jel érzékelteti:

- derült ég
- ⊕ felhő nincs, de a Nap vagy a csillagok fátyolosan látszanak

- nagyon kevés felhő
- = kevés felhő
- = az égbolt fele borult
- ⊖ az égbolt nagyrésze borult
- == teljes borultság
- ⋮ eső
- ++ hó
- ⋮ jégeső
- ⋮ dér
- ⋮ köd
- ⋮ szivárvány
- ⊙ Holdudvar (halo)
- ⊙ Naphalo
- melléknepok (parheliák)
- (-(-) mellékholdak (parasolénák)
- zivatar
- AB sarki fény (aurora borealis)
- ⋮* nagyon erős eső
- * nagyon heves zivatar

A légköri jelenségeken túlmenően feljegyezték a holdfázisokat, ezenkívül végeztek különféle növényfenológiai és „nosológiai” (betegségekkel kapcsolatos) megfigyeléseket, továbbá feljegyezték a vándormadarak érkezésének és távozásának időpontját.

Szervezési kérdések; a megfigyelőhálózat állomásai

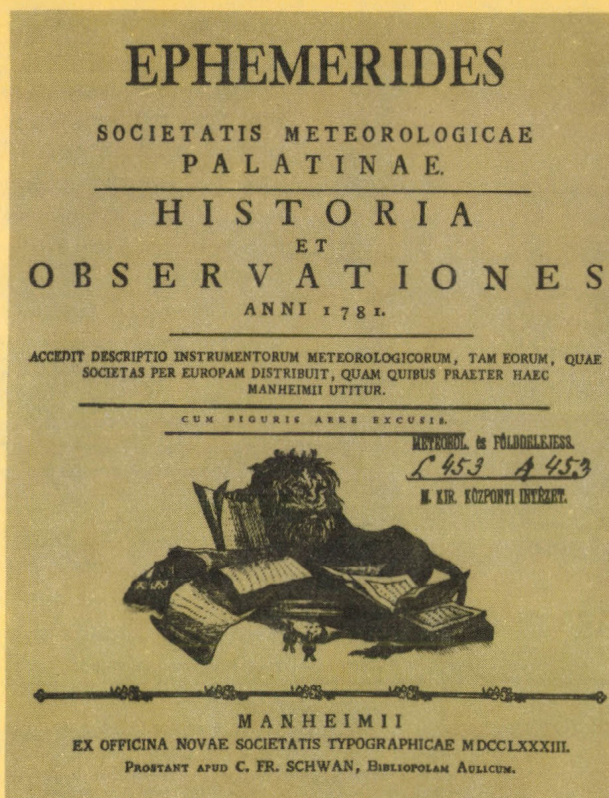
A Societas Meteorologica Palatina megfigyelőhálózatának kiépítése nemcsak műszertechnikai, de szervezési szempontból is rendkívül nagy feladat volt, és a nehézségeket e munka úttörő volta is tetézte.

A szervezés széleskörű levelezéssel kezdődött. E téren a döntő lépés 1781. február 19-én történt, amikor a Társaság *körlevelet* intézett azokhoz a tudós társaságokhoz és egyetemekhez, amelyeknek tagjai között már voltak meteorológiai tevékenységük révén ismert személyiségek. Így intéztek felhívást: *Bécs, Berlin, Bologna, Brüsszel, Buda, Dublin,*

Düsseldorf, Edinburg, Franeker (Hollandia), Genf, Göttingen, Koppenhága, La Rochelle, Lemberg, Lisszabon, London, Madrid, Montpellier, Münster, Párizs, Prága, Sagan, Stockholm, Szentpétervár és Turin legkiemelkedőbb tudományos intézményeihez. A válaszok a legtöbb helyről hamarosan megérkeztek. Meglepő kivétel volt Bécs, Dublin, Edinburg és London, ahonnan nem érkezett válasz, és később sem jött létre kapcsolat.

A szervező munka előrehaladásáról a Társaság publikációiból, mindenekelőtt az „Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae” nevű latin nyelvű évkönyvsorozatból (9. kép) kaphatjuk a legtisztább képet.

Amint ezekből az évkönyvekből is kiderül, a megfigylőhálózat 1781-től

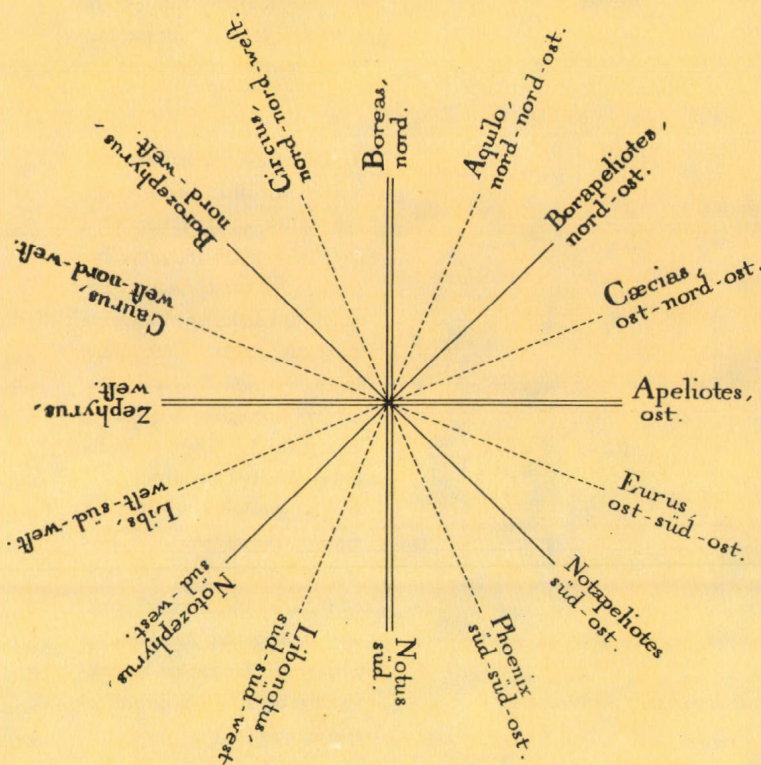


9. kép: Az „Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae” címlapja

1792 végéig, azaz összesen 12 éven át működött. E teljes periódus alatt 40 olyan állomás akadt, amelyik bekapcsolódott - legalább egy évre - a megfigyelésekbe.

Azonban mindössze 8 azoknak az állomásoknak a száma, amelyek a teljes időszak alatt üzemeltek. Ezek a következők voltak: Andechs (Mons Sanctus Andex, Bajor o.), Buda, Hohenpeissenberg (Bajor o.), Mannheim (Pfalz), München, Pádua, Sagan (Szilézia), és St. Gotthard (Svájc). Büszkék lehetünk arra, hogy Buda ezek közé a legrendszeresebben működő állomások közé tartozott.

A többi állomás közül 11 éven át működött Regensburg, Marseille és Róma; 10 éven át: Brüsszel, Chioggia (Olasz o.), Szentpétervár és Stockholm; 9 éven át: Tegernsee (Bajor



10. kép: Az égtájak korabeli elnevezései

o.), *Bologna, La Rochelle, Prága és Moszkva*; 8 éven át: *Berlin, Erfurt, Würzburg és Genf*; 7 éven át: *Koppenhága és Middelburg* (Hollandia); valamint 6 éven át: *Cambridge* (Észak Amerika). Az eddigiekben felsorolt összesen 27 állomás volt az, amelyik legalább a periódus felében üzemelt. Ezek után lényeges törés következik: csak 4 éven át üzemelt: *Göttingen és Spydberg* (Norvégia); 3 éven át: *Hága és Düsseldorf*; 2 éven át: *Ingolstadt, Dijon, Delft és Pysmynsk* (Ural); végül 1 éven át: *St.Zeno* (Bajor o.), *Bradford* (Észak Amerika), *Gotthaab* (Grönland), *Edsberga* (Norvégia) és *Peissenberg* (Bajor o.).

A fentiekből megítélhető, hogy az állomások jelentős hányada csak megszakításokkal működött. Ez a magyarázata annak, hogy a „Societas Meteorologica Palatina” hálózataira vonatkozó adatok a különböző irodalmi forrásokban egymásnak ellentmondóak.

A hálózat működése, amint már említettük 1792-ben véget ért. Az adatok publikálása az „Ephemerides ...” sorozatban 1795-ben fejeződött be, és ez volt az az év, amikor a már előbbieken kifejtett okok miatt a Társaság is feloszlott. A megfigyelések hasznát nehéz volna túlbecsülni. Ismeretes például, hogy az első szinoptikus térképet, amely később a meteorológiai előrejelzések eszközévé vált, *H.W.Brandes* (1777-1834), német meteorológus 1820-ban a „Societas Meteorologica Palatina” hálózatának 1783.évi megfigyelései alapján készítette el. Ez a tény is azt bizonyítja, hogy e há-

lózat adatai a meteorológiai kutatás számára évtizedeken át óriási fontosságúak voltak.

Sajnos az üzemelő állomások száma évről-évre jelentősen változott: 1781-ben 15, 1782-ben 28, 1783-ban 32, 1784-ben 33, 1785-87-ben 28, 1788-ban 26, 1789-ben 21, 1790-ben 18, 1791-ben 19 és 1792-ben 17 állomás végzett szabályos megfigyeléseket.

Az 1783-as évnél volt egy különleges érdekessége. Ebben az évben június 1-től *Izland* szigetén borzalmas vulkánkitörések és földrengések sorozata kezdődött. Egyidőben kezdtek működni a *Skaptar-Jökull, Sula, Trölladyngia és Öraefa-Jökull* nevű vulkánok. Az utóbbi vulkán kitörései június 8-án és 11-én olyan erősek voltak, hogy a lángoszlopot 50-60 kilométerről is látni lehetett. A láva kifolyása augusztus 16-áig tartott, de kisebb kitörések és földrengések még novemberben is előfordultak. A kitörések következtében 17 falu, valamint egy *Bulam* nevezetű város elpusztult, és összesen 9000 ember vesztette életét. Mindezzel egyidőben tengeralatti kitörések is voltak a környéken, sőt *Grönland* közelében is.

A vázolt rendkívüli vulkán tevékenységet követő hetekben Európa szerte un. „száraz ködöt” (nebula sicca) észleltek, és a Társaság állomásai különleges légköri optikai jelenségekről küldtek jelentéseket. A budai állomás pl. június 23-tól a hó végéig jelezte, hogy napkelte- és napnyugtakor az ég feltűnően vörös színű volt. Különleges szerencsének mondható, hogy ebben az évben egyes állomásokon már rendelkezésre állt a *Saussure*-féle higrométer, és ezzel bizonyítani lehetett, hogy a huzamosan észlelt kénes-szagú ködök szárazak

voltak (különböző helyeken 30 és 60 % közötti relatív nedvességeket észleltek).

Ezek a megfigyelések hatalmas ösztönzést adtak a légköri optikával és a vulkánkitörések időjárási következményeivel kapcsolatos kutatásoknak.

Végezetül szükséges annak megállapítása, hogy a Societas Meteorologica Palatina a nemzetközi meteorológiai együttműködés terén is úttörő szerepet töltött be. Előszörban ez a példa ösztönözhetette *H.W.Dove* (1803-1879), német meteorológust 1863-ban arra, hogy javasolja egy nemzetközi Meteorológus Kongresszus összehívását. Mint tudjuk, majdnem egy évszázaddal a Mannheimi Társaság megalakulása után, 1873-ban *Bécsben* tényleg össze is ült az első nemzetközi meteorológiai kongresszus, amely létrehozta a *Nemzetközi Meteorológiai Szervezetet*, a mai *Meteorológiai Világszervezet* őseit.

A „Societas Meteorologica Palatina” jelentősége a magyar meteorológia fejlődése szempontjából

A rendelkezésre álló adatokból kétségtelenül megállapítható, hogy Magyarországon a műszeres meteorológiai megfigyeléseket a 17.sz. vége és a 18.sz. eleje táján orvosok kezdték el, egymástól függetlenül, több helyen. Ez összefüggött azzal, hogy akkoriban az orvostudomány nagy jelentőséget tulajdonított az időjárás egészségre és közérzetre gyakorolt hatásainak.

Sajnos a feljegyzések legnagyobb része elkallódott. Még a soproni megfigyelésekről sincs pontos képünk, bár a *Sydenham*-féle gyűjteményes munka (*Sydenham, Thomas* med. doc. ac practici Londoniensis celleberini Opera Medica. Tom I.,II. Genevae, 1769) tartalmazza pl. *Loew Andreas* soproni főfizikus (orvos) latin nyelvű írásait és 1701-1709 között végzett megfigyeléseinek kivonatát, továbbá *Gensel János Ádám* (Loew utódja) írásait és 1711-1713 közötti megfigyeléseinek kivonatát. Más publikációkból megállapítható, hogy *Gensel* 1718-ig folytatta megfigyeléseit, és az is kétségtelenül kiderül, hogy volt barométere és hőmérője, tehát műszeres megfigyeléseket végzett. Sajnos arra vonatkozóan nincs egyértelmű adat, hogy *Loew Andreasnak* milyen műszerei voltak, sőt azt sem tudjuk biztosan, hogy voltak-e egyáltalán műszerei. Ezért az első hazai műszeres megfigyeléseket *Gensel János Ádám*nak tulajdonítjuk és a soproni főállomás falán elhelyezett emléktáblával neki állítottunk emléket.

Itt most nem térhetünk ki a korai magyarországi műszeres meteorológiai megfigyelések áttekintésére. Ki kell azonban emelnünk a *Nagyszombati Egyetemen* 1755 és 1779 között végzett megfigyeléseket, mert a budai megfigyelési sorozat volta-képpen ezek folytatása. Mint ismeretes, ezt az egyetemet *Mária Terézia* 1777-ben *Budára* helyezte át. Két évvel később az *Egyetemi Csillagdával* együtt a meteorológiai megfigyeléseket végző *Weiss Ferenc* matematika professzor is *Budára* költözött, és 1780.január 1-től itt folytatta észleléseit a *Nagyszombat*ról áthozott műszerekkel.

Igy történt, hogy 1781. feb-

OBSERVATIONES BUDENSES

Authore Weis (pag. 46).

Situs speculae Regiae Budensis.

Specula Astronomica Budae in extrema Praesidii Meridionalis parte in monte Sik eminet: a plaga S O S ad W N W & ultra montibus cingitur, illisque ad meridiem & occasum hyemalem plane vicinis: Orientem versus Danubius integer pleno alveo civitatem, ut vocant, aquaticam alluens decurrit. Latitudo geographica observatorii habetur 47°. 29. 44, estque Parisino orientalius 1°. 6. 36.

Instrumenta meteorologica ab Academia Electorali Manheimensi submissa ita collocata sunt: thermometer cum hygrometro extra fenestram observatorii ad plagam N O. Barometrum in observatorio pendet: superficies stagnantis mercurii a superficie Danubii altitudinis mediocris distat 44 hexapedis, 5 ped. 7 lin. Parisinis. Acus magnetica in eodem observatorio visitur.

Horae observationis ordinariae 7 mat. 2 pom. 9 vesp.

N o v e m b e r.

Dies.	Barom.	Th. juxta barom. fuf- penf.	Th. libero aëri ex- pof.	Hygr.	Declin.	Ventus.	Pluvia.	Evap.	Flum.	Luna.	Coeli fac.	Meteora.
	dig. lin. dec.	gr. dec.	gr. dec.	gr. dec.	gr. min.	direct. vires.	part. hor.	lin. dig.	ped. dig.			
8	27, 6, 4 6, 6 6, 6	7, 5 8, 0 8, 0	5, 0 8, 8 8, 5	21, 0 26, 4 25, 2		W 1 O N 1 W N W 2				Ω	☉ = a. t. = n. sp.	hor 9 pom.
9	27, 6, 7 6, 9 7, 5	7, 3 7, 0 6, 7	5, 5 4, 8 5, 0	21, 6 24, 0 25, 0		N W 3 N W 3 N W 3				☾ 4 h. 38 m. mane.	== == ==	hor. 7 mat. hor. 2 pom. hor. 9 pom.
10	27, 7, 6 7, 6 7, 5	6, 5 6, 5 6, 5	4, 3 4, 8 4, 0	22, 2 21, 0 24, 7		N O 2 N O 2 N O 1				☾	== == ==	hor. 7 mat. hor. 2 pom. h. 9 pom.
11	27, 7, 3 6, 7 6, 3	6, 4 6, 2 6, 0	3, 5 4, 2 4, 0	21, 2 20, 6 19, 5		N O 1 N O 1 S O 1				☾	== == ==	h. 6 pom.

11. kép: Az 1781-évi budai megfigyelések részlete az „Ephemerides ...” I. kötetéből.

ruárjában a „Societas Meteorologica Palatina” körlevelet Hemmer a Budai Egyetemnek címezhetette, és az udvarias, pozitív választ („Respondum Regiae Universitatis Budensis”) az egyetem tanácsától (Senatus) már áprilisban meg is kaphatta. Ezt követően került sor az egységes műszerek megküldésére, amelyekkel a megfigyeléseket Weiss Ferenc 1781. november 8-án kezdhette meg. Erről ta-

núskodik az „Ephemerides...” 1781-évi kötetének 11. képen bemutatott részlete, amelyen az egységes műszerekkel végzett budai megfigyelések első adatai láthatók.

Már volt szó arról, hogy a budai állomás a „Societas Meteorologica Palatina” hálózatán belül igen derekasan végezte feladatát, és egyike volt annak a 8 állomásnak, amelyek a hálózat fennállásának 12 éve alatt megszákítás nélkül küldték jelenté-

seiket. Erre a tényre mindenképpen büszkék lehetünk, és nem kisebb örömmel állapíthatjuk meg, hogy a magyar meteorológusok e pozitív hagyományokhoz később is hűek maradtak.

Az 1870-ben alapított önálló Magyar Meteorológiai Intézet pl. ott volt a Nemzetközi Meteorológiai Szervezet alapító tagjai között, és attól kezdve napjainkig becsületesen és pontosan teljesítette nemzetközi kötelezettségeit. A magyar meteo-

rológusok az elmúlt évszázad folyamán lelkesen vettek ki részüket a meteorológiai tudomány fejlődéséhez elengedhetetlenül fontos nemzetközi együttműködés erősítésért végzett munkából, felismerve azt, hogy saját hazájuk gazdagításához és felemelkedéséhez is ezen az úton járulhatnak hozzá a legeredményesebben.

Dr. Czelnai Rudolf

METEOROLÓGIA ÉS ENERGIA

Bevezetés

A globális éghajlat annak a sokszorosan összetett energiakereskedésnek a következménye, amelynek folyamán a légkör egyensúlyi állapotok felé törekszik. Ennek a folyamatnak legfőbb energiaforrása a Nap. Mivel a trópusok energiabevétele jóval nagyobb, mint a magasabb szélességeké, energiaáramlások alakulnak ki a légkörben és az óceánban, amelyek az alacsony szélességekről a pólusok felé irányulnak. A föld éghajlatát lényegében ennek az energiaáramlásnak a mechanizmusa határozza meg.

Az ember minden tevékenysége ebben az éghajlatnak nevezett környezetben játszódik le és számos tevékenységét meghatározza, vagy legalábbis befolyásolja. A létrejött légköri feltételekhez az ember változatos módokon alkalmazkodik, többek között fűtéssel, hűtéssel, amihez a szükséges energia mennyiségét az éghajlat határozza meg. A növekvő népesség mellett kiépített energia-intenzív gazdaságok energiaellátásának melléktermékei viszont

hatással vannak az éghajlatra. A megváltozott éghajlati körülmények pedig ismét visszahatnak az ember energiaigényére. Így az éghajlat és az energiarendszer között kölcsönhatás jön létre, amely mindkét irányban működik.

Az utóbbi időben fokozott figyelem irányul az energiatermelésnek és felhasználásnak az éghajlatra gyakorolt hatására. Ez a hatás kiterjedését tekintve lehet helyi, regionális vagy globális méretű. Az energiarendszerek helyi éghajlatbefolyásoló hatása tudományosan is alátámasztott tény. Földgömbi méretekben jelenleg ilyen hatás nem mutatható ki, de a kutatások eredményei arra utalnak, hogy az energiatermelés növekedésével globális méretű éghajlatmódosítás felléphet. Ezért számos vizsgálat foglalkozik azzal, hogy létrejöhet-e az energiagazdálkodás következményeként globális méretű éghajlatváltozás, amelyre az ember gazdálkodásának megváltozott módon kell válaszolnia illetve a válasza felkészülnie.

A cikk az energiarendszer és az éghajlat kölcsönhatásával foglalkozik. Legelőször az

éghajlatnak és az időjárásnak az energiarendszerre gyakorolt hatását elemzi, majd az energiaigény várható alakulását. Áttekinti, milyen készletek jöhetnek szóba az igény kielégítésére, és melyek azok a hatások, amelyek közben az éghajlati rendszert érik.

Az éghajlat hatása az energiarendszerre

Az éghajlat és az időjárás az ember energiarendszerét a kitermeléstől az átalakításig, a szállítástól és a tárolástól át a felhasználásig szinte minden ponton befolyásolja.

A kitermelés területén főleg a tengeri olajfuró kutak értékenyék az időjárásra. Ezek gyakran szélsőséges éghajlati környezetben (az ausztráliai partok mentén, az Északi tengeren) működnek: időjárás okozta károkkal szembeni védelmüket a meteorológiai szolgáltatások segítik.

Erőművek telepítési helyének kijelölését az éghajlati adottságok főleg a levegő környezetvédelmi szempontok érvényesítése miatt befolyásolják. Mivel a nem ki-

vánatos, nagy szennyezőanyag koncentráció fellépését a szennyező anyagoknak a planetáris határrétegben lejátszódó átvitele, keveredése, átalakulása és kihullása határozza meg, erőművek gazdaságos tüzelőanyag felhasználási stratégiáját a fenti meteorológiai folyamatok szabályozzák. Nap-, szél- vagy vízierőművek telepítési helyének kiválasztását nyilvánvalóan elsősorban klimatológiai tényezők határozzák meg.

A szélenergia átalakítók mai elképzelések szerinti megoldásai közismerten a különbözőképpen, 100-200 m magas tornyokon elhelyezett propellerek által felfogott szél energiáját alakítják át általában elektromos energiává. A szélpotenciál szempontjából legalkalmasabb vidékek a 45° szélesség körüliek, valamint a passzátszelek öve és esetleg a pólusok. Az óceáni illetve parti vidékeken a potenciál magasabb, mint a szárazföldeken de a nagy síkságokon és hegyvidékeken is kedvező helyzet alakulhat ki.

Szélenergia átalakítók tervezéséhez nyilvánvalóan különböző szélkarakterisztikák ismeretére van szükség a légköri planetáris határréteg alsó részében. A kérdéses szint szélesebségének megállapítására egyszerűsített határréteg-modelleket használnak. Problémát je-

lent a szél időbeli változékonysága. Emiatt kiegészítő energiaforrásra van szükség, amelynek méretezése a kis és nagy szélességű szakaszok hosszának valószínűségi eloszlásától függ. Tervezéshez szükséges még a szél turbulens természetének, a lökésességnek, az extrém értékek előfordulásának és a nyírásnak az ismerete. Sajátos kérdéseket vet fel több vagy sok felfogó egymás közelében való elhelyezése. Nyilvánvaló tehát, a szélergiahasznosítás terén az előrehaladás nagymértékben attól függ, milyen mértékben járul hozzá a határteleg meteorológia a potenciális szélergia megállapításához.

Amíg a szélergia átalakítók főleg villamos energiát termelnek, addig a *napenergia felhasználásában* többféle technológia különül el. Fűtési és hűtési célokra egyszerű gyűjtőket, villamosenergia termelésre különféle fókuszálókat használnak. Foglalkoznak a napenergia fotoszintézis alapján történő átalakításával is, valamint (napenergiával való) hidrogén illetve hidrogén-származékok termelésével. A felfogók lehetnek sík felületűek vagy parabola alakúak, rögzítettek, vagy követhetik a Napot. A rendszerek tervezését és működtetését a sugárzási mező különböző komponenseinek különböző paraméterei illetve ezeknek időbeli változásai szabják meg. A globál sugárzás mellett a direkt és diffúz sugárzás, valamint a hosszú hullámú komponensek döntő tényezők. Fotocellás átalakítók érzékenységet a napsugárzás spektrális eloszlása is befolyásolja. A teljesítmény függ még a

levegő hőmérsékletétől és a szélességtől is.

Az energiahordozók *szállítás*a, akár hajókon, akár csővezeték vagy elektromos hálózat útján történik, nagymértékben ki van téve az időjárás hatásainak. Különösen magas szélességek, Szi-béria és Alaszka olaj és gáz-készleteinek elszállítása igényel alapos meteorológiai kiszolgálást, mivel a hőmérséklet, a talajhőmérséklet - különösen ott, ahol a talaj egész évben fagyott - és az erős szelek miatt mind az időjárás, mind az éghajlat sok gondot okoz.

Az elektromos energiaátvitelben a zivatarok, a zúzma-ra, szennyezettebb területeken az eső és a légnedvesség, valamint a szél jelent veszélyt. A károk elkerülésére a tervezésnél ezeket figyelembe veszik.

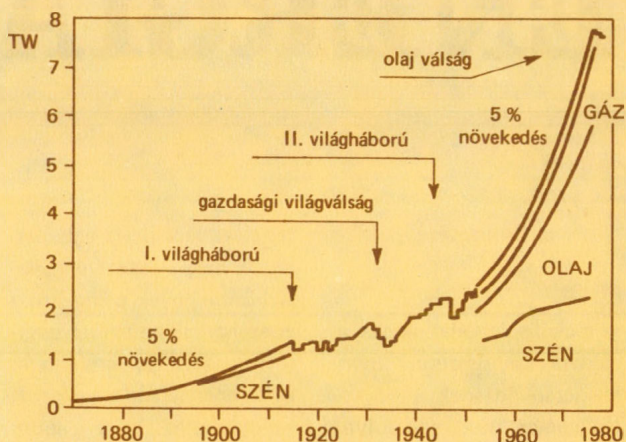
A széntartalékok képzését, olaj- és legfőképpen *gáztartályok* méretezését szintén befolyásolják egyes éghajlati elemek, elsősorban azok, amelyek megszabják a felhasználást, azaz a hőmérséklet, a szél, a napsugárzás és a légnedvesség. Ezeknek pontos éghajlati előrejelzése teszi lehetővé akkora tartalékok képzését, amelyek a feleslegesen nagy biztonságra tervezett létesítmény többlet-beruházásban illetve az alulméretezésből származó üzemzavarban jelentkező két ellentétes kockázatot optimalizálja.

A fűtés és hűtés energiaigényét nyilvánvalóan az éghajlat determinálja, de vannak energiaszolgáltató területek is, amelyeknek energiaigénye az időjárástól függ, és így a meteorológiai elemek a felhasználáson keresztül hatnak az energiarendszerre. Ilyen pl. a mezőgazdaság,

amelynek óriási energiaigényét az öntözésen, a műtrágyázáson és a különböző gépített munkafolyamatokon keresztül az időjárás nagymértékben befolyásolja.

Az éghajlati rendszer tehát igen sokrétű hatással van az

földre nézve 50.000 TW (1 TW = 10^{12} W). Ennek csak kis része, mintegy 1000 - 2000 TW fordítódik az időjárás folyamatok fenntartására. Az elmúlt évszázadok éghajlatváltozásait előidéző energia értékét különböző szerzők 100 - 300 TW-ra be-



1. ábra: Primér energiahordozók fogyasztása az elmúlt száz évben

energiarendszere. A kettő közötti összefüggésnek még sok részlete nem ismeretes és nem tisztázott: melyek azok az éghajlati információk, amelyeknek figyelembevételével az energiarendszer optimálisan tud alkalmazkodni az éghajlati feltételekhez.

Mielőtt rátérünk az ellenkező irányú hatás elemzésére, azaz arra, milyen befolyást gyakorol az ember energiarendszere az éghajlatra, tekintsük át, hogy az itt szereplő energiák nagyságrendileg mekkorák, tekintve először a természetes folyamatokat.

A légkör külső határán a vízszintes felületre jutó napsugárzás 340 W/m^2 . Ennek 30 %-a - ami a planetáris albedó - közvetlenül visszaverődik a térbe. A földfelszínt érő nettó sugárzásbevitel kb 100 W/m^2 , ami az egész

csülék. Az indított erős napkitörés, vagy óriási vulkánkitörés lehetett, amelyeknek következményei pl. a hó és jégfelületek vagy a felhőzet megváltozásai voltak, aminek következtében megváltozott energiaeloszlás jött létre az éghajlati rendszeren belül. Ezzel szemben az ember közvetlen energia-termelése ma 8 TW, tehát alig éri el a természetes változásokat előidéző energia egy tizedét.

Az energiaigény

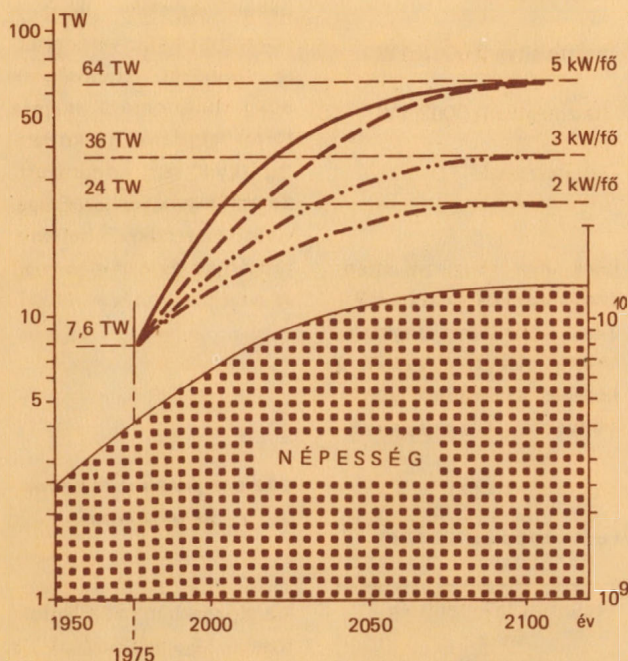
Azért, hogy az energiarendszer alapvető dinamikáját megérthessük, érdemes visszatekinteni az energiaszolgáltatás múltbeli alakulására. (1. ábra) Az 1870 - 1914-ig terjedő szakaszban

főforrás a szén és a fejlődés üteme 5 %/év. Ez a világháborúktól érintett időszakban 1,7 %-ra esett, de 1950 és 1970 között ismét évi 5% növekedés mutatkozik, ami elsősorban az olajra, kisebb mértékben a gázra alapul. Az 1975. évi energiafogyasztás 7,5 TW.

Ez a mennyiség a föld 4 milliárd lakosa között úgy oszlik el, hogy amíg az egy főre jutó energiafogyasztás évente átlagosan 1,9 kW, addig a föld népességének több, mint 70 %-a 2 kW/fő-nél kevesebbet fogyaszt és több, mint 80 ország fogyasztása

átlag energiafogyasztás növekedését eredményezi majd.

Az energiaigény jövőbeli változását különböző 1 főre jutó energiafogyasztással és az Egyesült Nemzetek 1974. évi bukaresti Népeségi Konferenciáján publikált népességgyarapodással számolva a 2. ábra szemlélteti. Az egyes görbék különböző 1 főre jutó energiafogyasztás esetére mutatják az energiaigényt. A felső két görbe abban tér el egymástól, hogy a fejlődő országok 70 vagy 100 év alatt érik el az 5 kW/fő átlagos fogyasztást



2. ábra: Az energiaigény várható alakulásának alternatívái

nem haladja meg a 0,2 kW/fő értéket. Ugyanakkor a föld népességének csupán 6 %-a élve 7 kW/fő-nél nagyobb energiaellátottságot. Mivel a fejlődő országok lakossága az össznépességnek egyre nagyobb hányadát teszi ki, továbbá iparosodásuk gyors üteme miatt feltehető, hogy ez a mai 1,9 kW/fő

(ez a mai középeurópai szintnek felel meg). A középső görbe a krízis körülmények között tapasztalt fejlődési ütem extrapolálás. A 2. ábra szerint az elkövetkező 100 évben a jelenlegi energiaigény megkétszöröződésével kell számolni, még akkor is, ha az egy főre jutó energiafogyasztás mos-

tantól nem növekszik. Az elkövetkező 100 évben a várható igény 24 és 64 TW között lesz majd: szemben a mai 8 TW-al.

Energiaforrások

Milyen források állnak szemben ezekkel az igényekkel? Figyelembe véve az 1977-es Energia Világkonferencia által újrabecsült készleteket, amelyek a potenciálisan magasabb költségek mellett feltárható energiahordozókat is számításba veszik, és ezt a szintet -biztonság kedvéért- megduplázva az olaj- és gáztartalékok együttesen 400 TW/év értéket képviselnek. A gazdaságosan kitermelhető szénkészleteket szintén megduplázva 1200 TW/év adódik, ami azt jelenti, hogy a jelenlegi felhasználási arányt feltételezve az olaj és a gáz 30-40 évre, a szén pedig 60-70 évre elegendő, 5 kW/fős fogyasztással számolva. Emiatt az ember arra kényszerül majd, hogy energiarendszerét átalakítsa, fokozatosan áttérve más energiaforrások kiaknázására. A készletek oldaláról nézve a kérdést, a lehetséges források közül a megújuló energiaforrások a legvonzóbbak, tekintettel arra, hogy a környezetre nem gyakorolnak kedvezőtlen hatásokat. Földrajzi helyhez kötött megújuló energiaforrásokról az I. táblázat nyújt áttekintést.

Legnagyobb technikai potenciállal a víziergia bír: 3 TW. Ez azonban azt jelentené, hogy még a kis folyókon is gátak és erőművek követnének egymást. Ezért valószínűbb, hogy a gazdaságo-

san kiaknázható potenciál csak 1,1 TW lehet, aminek ma 13 %-át hasznosítják.

A szél ehhez mérhető technikai potenciállal rendelkezik, 3 TW előállításában azzal járna, hogy 5 millió km² parti területet kellenet betelepíteni kb 100 m magas szélmalomokkal, nagyvárások közelében. Emiatt sokkal valószínűbb, hogy a benne rejlő potenciál csak 1 TW körül van.

A többi megújuló energiaforrás az előzőeknél nagyságrenddel kisebb potenciált képvisel, ezért megállapítható, hogy az összes helyhez kötött megújuló energiaforrás együttesen is csak néhány TW-al járul az igény enyhítéséhez. Ennek ellenére előnyös tulajdonságaik miatt célszerű kihasználni azokat, ahol kedvezőek a körülmények.

Az alapvető kérdés ezek után, hogy miképpen helyettesíthető az olaj és a földgáz, melyek azok a források, amelyek a rohamosan növekvő igények kielégítésére alkalmasak. Ezekről a II. táblázat ad áttekintést.

A megnövekedett igények szénre alapozott kielégítéséhez a kitermelés radikálisan új módszereire kell gondolni. Hagyományos módszerrel a szén igen nehézkesen kezelhető, ezért ki kell fejleszteni a földfelszín alatti elgázosítás és cseppfolyósítás, a hidraulikus fejtés módszereit és új szállítási megoldásokat.

A maghasadásos eljárás regionális felhasználása már elterjedőben van, de a mai könnyű víz reaktorok az urán atomoknak csak 1 %-át tudják hasznosítani. A maghasadásos eljárás csak a szaporítási elv alkalmazása útján válhat globális megoldás-

sá, aminek technológiája az urán előbbinél 60-szor jobb kihasználást tesz lehetővé. A *fúziós energia* termelés technológiai megvalósítása még várat magára, de az elkövetkező 20 évben ez valószínűleg meg fog történni.

Ilyen már használják. A napenergia nagyméretű értékesítésének azonban ennél sokszorosan nagyobb jelentőséget lehet tulajdonítani. A közepes földrajzi szélességeken egy m² felület évi átlagban 100 W bevételhez

kicsi, hogy a kiaknázáshoz óriási területekre van szükség. Ha a napenergiát nem kiegészítő forrásként akarják használni, akkor olyan területek jöhetnek csak szóba, ahol az ellátás folyamatos. Ilyenek a sivatagi terü-

nek, tárolásának és szállításának hatékonyságát ma kb. 10 %-ra becsülik.

50 TW ilymódon előállított energia területigénye azonban 2,5 millió km². Összehasonlításképpen: jelenleg a mezőgazdasági művelés alatt álló földterület 13 millió km² és 0,4 millió km²-t foglalnak el a települések. Ezekből a számokból az látszik, hogy tetőkre helyezett napenergiaátalakítókkal a távlati igényeknek csak néhány százaléka elégíthető ki.

Ez a szemlélet talán még szokatlan, de a napsugárzási energia csak ilyen dimenziókban szemlélve lehet a nukleáris energia versenytársa. Mindkét lehetőségnek közös tulajdonsága, hogy a forrás oldaláról gyakorlatilag egyik sem korlátozott, de mindegyik rendszer megvalósítása rendkívül befektetésigényes és óriási tömegű az anyagráfordítás.

Az energiatermelés hatása az éghajlatra

Az előzőekben talált legfontosabb energiaforrások a fosszilis, a nukleáris és a szoláris forrásoknak az elkövetkező század igényeit kielégítő mértékű kiaknázása háromféle úton befolyásolhatja az éghajlatot. Ezek növekvő fontosságuk sorrendjében:

- a földfelszín sajátosságainak megváltoztatása.
- a hulladék hőnek a légkörbe bocsátása és
- a légköri alkotórészek koncentrációjának megváltoztatása.

I. táblázat: A megújuló energiaforrások technikai potenciálja (TW)

	Technikai potenciál TW	Technológiai felkészültség foka
vízierő	2,9	teljesen kész
(grönlandi jégmező)	0,1	gazdasági potenciál 1,1 TW jelenlegi kihasználtság 13 %
szél	3,0	valószínűbb 1 TW
óceáni hőmérsékleti gradiens	0,35	kifejlesztendő
nedves geotermikus	0,1	hasznosítva 0,0013 TW
árapály	0,04	hasznosítva 0,0002 TW
hullámozás	1 TW/35000 km	kifejlesztendő

Mindkét nukleáris út felveti a szennyeződés és a hulladékhanyagok raktározásának kérdését. A *napenergiát* helyi fűtési igények kielégítésére né-

jut. Ugyanakkor a föld nagy energiafogyasztó területein jelenleg 10 W/m² a fogyasztás, vidéken ennél egy-két nagyságrenddel kisebb. Ez az arány igen jónak látszik,

letek, ahol a sugárzás intenzitás évszakos viszonya 2 : 1-hez, 200 W/m² sugárzásbevitel mellett, szemben a közepes szélességek 7 : 1 arányához. A napsugárzás-

II. táblázat: A szénhidrogének helyettesítésére alkalmas energiaforrások technikai potenciálja (TW)

	Technikai potenciál TW	Technikai felkészültség foka
szén	10 ⁴	mai méretekben kész, de nagy méretekben még kifejlesztendő
maghasadás	10 ⁸	erőművi felhasználásra kielégítő, de nagymértékben még nem kielégítő
fúzió	10 ⁸	kifejlesztendő
nap	∞	nagy méretekben kifejlesztendő

hány sugárzásklimatológiai szempontból kedvező he-

a napsugárzásban rejlő energia sűrűsége azonban olyan

ból sivatagos vidékeken nyert hidrogén előállításá-

A földfelszín sajátosságainak megváltoztatása

A földfelszín jellegének megváltoztatása általában a felszín albedójának és energia háztartásának módosítása útján hat az éghajlatra, attól függően, mekkora területekről van szó, és milyen mélyreható a változás. Lokális méretű változást előidézhetnek felszíni szénfejtések, ezeknek nyomait azonban újabban igyekeznek eltüntetni és az eredeti állapotokat visszaállítani. Vízierőművek mesterséges víztározói a hidrológiai ciklusban regionális méretekben is beavatkozhatnak. Főleg a fejlődő országokban folyó erdőritkítás (tüzelési célokra) valószínű, hogy nem jelentéktelen felszínmódosító hatás, különösen, ha figyelembe vesszük a növekvő népességet. Az erdőirtás, erdőritkítás óriási területeket érint és így a felszín energiaháztartását is jelentősen befolyásolhatja, sőt a felület érdességének megváltozása is figyelemre méltó lehet. A napenergia nagymérvű átalakítására alkalmas heliosztátok, amelyek hatalmas területeknek magas tornyokkal való betelepítését jelentik, már biztosan beavatkoznak a cirkulációs folyamatokba. Ugyanakkor a már említett 2,5 millió km² felület átalakítása döntően megváltoztatja a terület hő és vízháztartását. Ennek globális kiterjedésű hatására nézve azonban még nem történtek konkrét vizsgálatok.

A légkör hőszennyeződése

Áttérve a légkörbe történő közvetlen hőkibocsátás kér-

désére emlékezzünk arra az ismert tényre, hogy az antropogén eredetű hő, pl. az urbanizáció keltette hő lokális változásokat hozhat létre az éghajlatban. W.W. Kellogg kimutatta, hogy az emberi tevékenység következtében a légkörbe kerülő hő teljes mennyisége egy századrésze a földfelszín által elnyelt napenergiának. Egészen szélsőséges lehetőségként 20 milliárd emberrel és 20 kW/fő felhasználással számolva a felszabaduló hő a napenergiának fél százalékát tenné ki és a felszín 1 C°-kal történő felmelegedéséhez vezetne globális méretekben, ami a poláris vidékeken felnagyítva jelentkezne. A felszabaduló hő azonban sohasem lesz egyenletesen elosztva a föld felszínén, és éppen koncentráltságában rejlik az a lehetőség, hogy a globális éghajlati képet megváltoztassa. Ez a potenciál a fenti extrém értékeknél sokkal alacsonyabb szint mellett is realizálódhat.

Mint említettük, 100-300 TW az az energiamennyiség, ami az elmúlt századok természetes klímaváltozásait létrehozhatta. Azonos méretű emberi perturbációnak kell legyen az, ami globális méretű klímaváltozást hoz létre. A jelenleg működő egyenként kb. 3000 MW-os hőerőművek hatása éghajlati szempontból nem okoz problémát. S.R.Hanna és A.Gifford egy vizsgálata azonban azt veti fel, hogy 10-50 ezer MW-os erőművek hődisszipációja helyileg megnövelheti a felhőzetet és a csapadékot és kellemetlen időjárási események elindítója lehet, legalábbis mérsékelt szélességeken. A trópusokon még ilyen nagymen-

nyiségű hulladékhő energiasűrűsége is kisebb, mint a természetes folyamatoké. Nagyméretű fosszilis, nukleáris vagy szoláris energiát termelő erőművekből származó hulladékhő hatása a globális éghajlatra a légköri cirkuláció numerikus modelljeivel tanulmányozható. W.M.Washington 1971-ben a National Center for Atmospheric Research általános cirkulációs modelljét használva az egész föld- és jégfelszínen egyenletesen elosztva 24 W/m² többlethő hatását vizsgálta.

Eredményül átlagban 1 - 2 C° felszínhőmérséklet-emelkedés adódott, az északi területeken 8 C°. Washington későbbi vizsgálataiban 15 kW/fő energiakibocsátást vett számításba a népesség jelenlegi eloszlása szerinti eloszlásban, 20 milliárd fővel számolva. Ez összesen 300 TW-nyi hő, az eredmény ennek ellenére nem múlta felül a modell zajszintjét. Ugyancsak az NCAR általános cirkulációs modelljét használva R.A. Llewellyn és W.M.Washington 1977-ben az Egyesült Államok Atlanti partvidékére 90 W/m² energiát táplálva 12 C° hőmérsékletemelkedést tapasztaltak azon a területen, ahol betáplálták, de a felszínközeli rétegen kívül jelentéktelen melegítőhatás jelentkezett.

A.Gilchrist és különböző szerzők 1977-ben az angol Meteorológiai Szolgálat általános cirkulációs modelljével végeztek 5 kísérletet. 150 illetve 300 TW hulladékhőt pontforrásként az óceán fölötti alsóbb légrétegbe helyeztek a föld különböző pontjain, illetve egy kísérletben 10 m mélyre az óceánba injektálva. Azért

vesznek ilyen valószínűtlenül nagy hőmennyiségetket, hogy a hatás biztosan elkülöníthető legyen.

Az eredmények azt mutatják, hogy a hő hatására a tengerszíni légnyomás nagy összefüggő területeken megváltozott, nemcsak az input helyén, hanem a félteke más részein is és a hatás aszerint változott, hol, hogyan és mennyi volt a betáplált hő. Ha 300 TW hőhulladékot az északi félteke kontinensein (nagyvárosok hatását szimulálva) 6 régióban osztották el, gyengébb hatás mutatkozott, mintha a 300 TW két pont között oszlott volna meg.

Az eredmények értékelésénél természetesen figyelembe kell venni a modellek hiányosságait, azaz a légkör-óceán rendszer összekapcsolásának, a felhőzetnek és a hidrológiai folyamatoknak nem kielégítő kezelését. A kísérletek alapján mindenesetre az a vélemény alakult ki, hogy a belátható jövőben a hulladékhő globális méretekben nem jelent problémát, azaz nem valószínű, hogy az átlagos globális éghajlati állapotot megzavarja. Eerre csak abban az esetben lehetne számítani, ha néhány száz TW-nyi hő szabadulna fel pontforrásból. Mivel a várható fogyasztás csak 25-60 TW a hulladékhő kibocsátás világ-méretű éghajlatmódosítással nem fenyeget.

A légköri alkotórészek koncentrációjának megváltozása

Fosszilis energiahordozók átalakítása során hulladékhő

mellett különböző gázok és részecskék kerülnek a légkörbe, amelyek az éghajlati rendszer működésébe jelentősen beavatkozhatnak. Ezek közül a légkörben tapasztalt felépülése miatt-újabbán igen nagy figyelmet szentelnek a CO_2 -nak.

A CO_2 koncentrációját, a térfogategység milliómod részével kifejezve, (ppmv) az elmúlt több, mint 100 évben a CO_2 a légkörben 280-290 milliómod részről mostanáig 325-re emelkedett, és becslések szerint a következő század közepére megduplázódhat. Ez a légkör hőegyenlegére gyakorolt hatása miatt érdekes, mivel a CO_2 a napsugárzásra átlátszó a földfelszíni infravörös sugárzást elnyeli. A légkör ily módon felmelegedett alsóbb rétegei ezt az infravörös sugárzást visszasugározzák a Föld felé és felmelegítik.

Az elmúlt időkben keletkezett CO_2 -nak mintegy fele még a légkörben van, fele pedig részben a tenger, részben pedig a növényzet (főleg erdők) által elnyelődött. Üledései ideje 1000 év körül van.

Azért, hogy a CO_2 jövőben várható koncentrációját és annak következményeit meg lehessen becsülni, három modellre van szükség. Egy energia modellre, amivel megbecsülhető a fosszilis energiahordozók felhasználásának várható mértéke és az elégetésből a légkörbe jutó CO_2 mennyisége. Ahhoz, hogy meg lehessen határozni annak a CO_2 -nak az arányát, ami ebből a légkörben marad, egy carbonciklus modellre van szükség, majd azért, hogy a megnövekedett légköri CO_2 koncentrációnak az éghajlatra gyakorolt

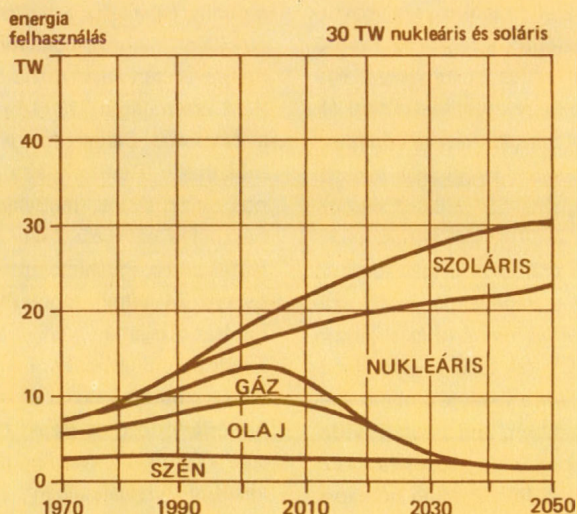
hatását meg lehessen határozni, klíma modellre van szükség. Mivel jelenleg mindegyik modell bizonytalanságokat tartalmaz, a CO_2 várható következményei

azonban a kipusztított növényzet bomlása CO_2 -t juttat a légkörbe. Ez utóbbi folyamat a fejlődő országokban végbemenő erdőirtások következtében egyre erősö-

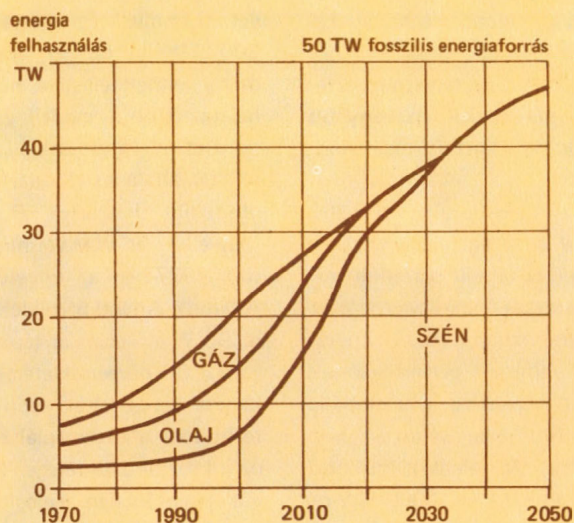
megállapítására. Az 1970-es években különböző szerzők különböző modellekkel a CO_2 megduplázódásának hőmérsékletemelő hatását $0,7$ és $3,0$ $^\circ\text{C}$ közötti értékre becsülték.

Az említett háromféle modell segítségével két hipotetikus energiafelhasználási struktúra éghajlati következményeit F.Nichaus és J. Williams vizsgálták. Az egyik feltételezett energiastratégia a 3. a. ábrán látható. Az energia-fogyasztás eszerint 2050-re 30 TW-ra emelkedik úgy, hogy a szénfelhasználás maximuma 2000 körül van. Ezt követően az igények egyre nagyobb részét a napsugárzás és nukleáris források elégítik ki. A másik alternatívában (3.b. ábra) az energiafelhasználás 50 TW-ot ér el és a teljes igényt fosszilis forrásokból fedezik.

A két alternatíva következtében előálló CO_2 koncentrációt, amit F.Nichaus carbon modelljével számítottak, a 4. ábra szemlélteti, a stratégiákból eredő CO_2 emisszióval, valamint a felszínhőmérséklet változás globális átlagával együtt. A 30 TW-os kombinált fosszilis, szoláris és nukleáris stratégia esetén a CO_2 kibocsátás maximuma 2000-ben van, és a légköri CO_2 koncentráció maximálisan 400 milliómod részt ér el a térfogategységben 2020 körül, és az eredő felszínhőmérséklet-emelkedés kisebb, mint 1 $^\circ\text{C}$. Ha azonban az 50 TW-os energiaigényt 2050-ben kizárólag fosszilis források elégítik ki, az emisszió 2050-ig emelkedik és a CO_2 koncentráció 800 milliómod részt ér el, aminek következtében a közepes felszínhőmérséklet emelkedés



3. a. ábra: Lehetséges energiastratégia 1970 és 2050 között. A 30 TW igényt főleg nukleáris és napenergia elégíti ki.



3. b. ábra: Lehetséges energiastratégia 1970 és 2050 között. Az 50 TW igényt kizárólag fosszilis források elégítik ki.

nem láthatók pontosan előre. Ami pl. a carbon modellt illeti nem tudjuk vajon a bióta a CO_2 szempontjából forrásnak, vagy nyelőnek tekinthető-e. A növényzet ugyan egyrészt felveszi a CO_2 -t, másrészt

dik. A klíma modellek nem tartalmazzák még a visszacsatolási mechanizmusokat, mint pl. a felhőzet - hőmérséklet kölcsönhatást. A modellek azonban hiányosságaik ellenére is alkalmasak a probléma nagyságrendjének

4 C° körüli lesz. Az eredményül kapott 1 C° illetve 4 C° értékek természetesen nem tekinthetők előrejelzésnek, de megmutatják milyen határok között változhat a hatás a követett energia-stratégiától függően. Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a primer energiahordozók helyettesítésének dinamikája az időskálán évtized nagyságrendű, tehát nem könnyű gyorsan átváltani egyik energiahordozó használatáról a másikra.

Fosszilis energiahordozók elégetése során a CO₂ mellett különböző részecskék is kerülnek a légkörbe, amelyek részben füst vagy korom részecskék, részben gázokból képződött részecskék, mint a szulfátok vagy a szénhidrogének. A megfigyelések arra utalnak, hogy a századforduló óta az északi félteke bizonyos területein, pl. Európában és a Szovjetunióban növekszik a részecske terhelés. Máshol, pl. az Egyesült Államokban nem észleltek növekedést, nem lehet eldönteni, hogy a változás regionális vagy globális kiterjedésű-e.

Az aeroszol részecskék azáltal gyakorolnak hatást az éghajlatra, hogy megváltoztatják az óceán-föld-jégfelszín-légkörrendszer sugárzásegyenlegét. A napsugárzásnak ui. azt a hányadát, amit a fenti rendszer hasznosít a föld planetáris albedója, azaz a felfelé irányuló és beérkező sugárzásáramok hányadosa határozza meg. A planetáris albedót viszont a természetes felszíneken, a levegő molekulákon és a felhőelemeken kívül az aeroszol részecskék határozzák meg. Emellett a légköri aeroszol az infravörös sugár-

zásáramokat is befolyásolja, csökkentve a troposzféra tetjéről kilépő sugárzást és növelve a lefelé irányuló infravörös áramokat, hozzájárulva ezzel a felszín melegítéséhez.

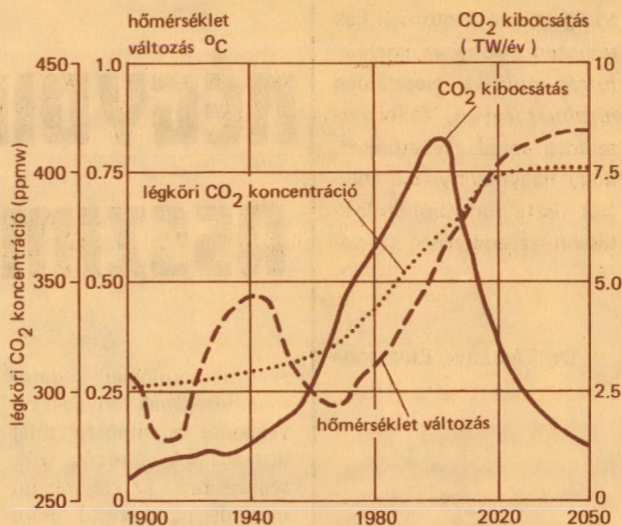
nek, valamint a felhőzeti és felszíni viszonyoknak függvénye.

Égyszerű sugárzásátviteli modellek eredményei szerint az aeroszol rövidhullá-

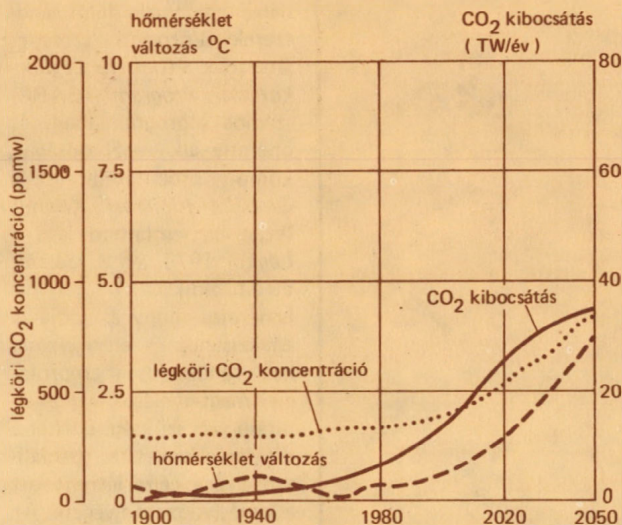
ha a felszín albedója kisebb, mint az aeroszol albedója, akkor növekvő aeroszol koncentráció esetén a légkör planetáris albedója növekszik, azaz az alsó troposzféra hőmérséklete csökken, ellenkező esetben növekszik. Antropogén eredetű aeroszolokra a kritikus albedót W.W.Kellog 0,08-nak találta, ami az aeroszol koncentráció növekedésével legtöbb felszínre nézve hőmérsékletemelkedést jelent, kivételt talán csak az óceánok képeznek. Emellett az a tapasztalat, hogy az északi félteke szárazföldjei fölött az antropogén aeroszol koncentráció háromszorosa az óceánok fölöttiének.

Az aeroszol részecskék tanulmányozására ezideig még nem használtak általános cirkulációs modelleket. Egy sugárzási konvektív modell, ami a részecskéknek csak kicsi abszorpciós képességet tulajdonított, arra vezetett, hogy a részecskék 6-8-szorosra gyarapodása a közepes globális hőmérsékletet 3,5 C°-kal csökkenti. Sajnos, átfogó kvantitatív kiértékelés még nem jelent meg a részecskék szerepére nézve, de mivel a részecskék többsége a szárazföldek fölött helyezkedik el, és elegendően abszorbeáló tulajdonságúak, valószínűleg melegítik a föld-légkör rendszert.

Az aeroszol részecskék további hatást gyakorolnak a kondenzációs és csapadékképződési folyamatokra, valamint a felhők albedójára, de mindezek együttes éghajlati következményeit még nem tanulmányozták. Amennyiben a részecskék eloszlása a földfelszínen valóban egyenetlen, akkor a sugárzási folyamatokban bekövetkező földrajzi egyen-



4. a. ábra: CO₂ emisszió, légköri CO₂ koncentráció és hőmérséklet-változás a 3. a. stratégia esetén.



4. b. ábra: CO₂ emisszió, légköri CO₂ koncentráció és hőmérséklet-változás a 3. b. stratégia esetén

téséhez. Az aeroszol részecskéknek a napsugárzásra gyakorolt hatása a részecskék bonyolult abszorpciós és reflexiós tulajdonságaitól függ, ami pedig a részecskék összetételének, méretének, alakjának refrakciós indexé-

mú elnyelése és átlagos szórási határkeresztmetszete között van egy kritikus viszony, amely esetén az aeroszol koncentráció növekedése nem változtatja meg a planetáris albedót. Ettől eltérő viszony esetén azonban

lőtlenségek nagyterjedésű légköri cirkuláció-változást indukálhatnak, ami háromdimenziós általános cirkulációs modellekkel tanulmányozható. A megfigyelési anyag hiánya, valamint a modellek hiányosságai egyelőre hátráltatják a részecskék szerepének tisztázását.

Összefoglalás

Összegezve az előbbieket, annak kimutatása, hogy a különböző energiagazdálkodási megoldások milyen globális hatással vannak az éghajlatra, jelenleg még elég bizonytalan. Valószínűnek látszik, hogy a hőszennyeződés és a felületmódosítás hatása még hosszú ideig nem von maga után éghajlati következményeket. Ezzel szemben a CO_2 és feltehetőleg az aeroszol részecskék koncentrációjának növekedése hatással lehet a globális éghajlatra, emiatt összontosul a kutatás ezekre a kérdésekre.

A kitűzött cél megállapítani, szükség van-e éghajlati szempontból a jelenlegi energiapolitika módosítására. Ezzel kapcsolatban a Nemzetközi Alkalmazott Rendszer-Analízis Intézet Energia Programja arra az állásfoglalásra jutott, hogy mivel a CO_2 növekedési ütemének kvantitatív becslése és a globális és regionális éghajlatváltozásokra vonatkozó ismeretek jelenleg még igen bizonytalanok, korai volna olyan következtést vonni, miszerint kívánatos a fosszilis tüzelőanyagok felhasználásának csökkentése. Az elkövetkező 5-10 év alatt az erőfeszítéseket

olyan vizsgálatokra kell összpontosítani, amelyek szűkítik a bizonytalanságokat. Mivel egyik energiaforrázó felhasználásáról egy másikra való áttérés évtizedekben mérhető folyamat, addig is igen fontosnak kell tekinteni, hogy az *energiaforrás politika* elegendően rugalmas legyen, és teremtsen meg annak lehetőségét, hogy nagymennyiségű energiát tiszta forrásból szolgáltatson az emberiség számára.

Dr Tárkányi Zsuzsanna



METEOROLÓGIAI ADATOK NÉGYDIMENZIÓS ASSZIMILÁCIÓJA

A meteorológiai adatok mennyiségének lényeges növekedése és minőségi tulajdonságainak változása szükségessé tette az időjárás numerikus (számszerű) előrejelzésére szolgáló adatfeldolgozó rendszerek elvileg új alapokra való helyezését. Az új adatfeldolgozó (ill. a jelenlegi terminológiát használva: adatasszimiláló) rendszerek központi szerepet játszanak a *Globális Légkör-kutatási Program* (GARP) számos alprogramjában, és operatív alkalmazhatóságuk komoly próbatétele lesz a *Globális Időjárás Kísérlet* (ezzel kapcsolatban lásd a *Légkör* 1978. évi 3. számát: 59-71. old.).

Ismeretes, hogy az időjárás analíziséhez és előrejelzéséhez rendszeres meteorológiai megfigyelések végrehajtására van szükség. Ezeket a megfigyeléseket a speciálisan erre a célra létrehozott állomáshálózaton végzik. Az állomásokon egy sor meteorológiai elem értékét mérik, és vizuális megfigyeléseket végeznek bizonyos meteorológiai elemekre és időjárási jelenségekre vonatkozóan. A hagyományos állomáshálózat felszíni és magaslégköri (aerológiai) megfigyeléseket végző állomásokból tevődik össze. Az előbbiekről - 1977-es adatok szerint - 9217, az utóbbiaké 835.

Ahhoz, hogy a felszíni és aerológiai állomások mérési adatai alapján numerikus prognosztikai célokra előállítsuk a meteorológiai elemek kezdeti eloszlásait, *egységes, előre rögzített* időpontokban kell a fentemlített hálózaton észleléseket végezni. Az ilyen, egységes terminusokban végzett megfigyeléseket *szinoptikus megfigyeléseknek*, az általuk szolgáltatott információt *szinoptikus információ*-nak nevezzük.

Az előrejelzési központokba beérkező megfigyelési adatok az operatív meteorológiai információk szokásos feldolgozási algoritmusán mennek keresztül, nevezetesen: megtörténik a meteorológiai táviratok elsődleges válogatása és dekódolása, ellenőrzése, a hibás adatok lehetőség szerinti kijavítása. Az *objektív analízis* módszerei segítségével szabályos rács rácpontjaiban előállításra kerülnek a meteorológiai elemek mezői, amelyek kiindulási adatokként szolgálnak a numerikus prognosztikai séma számára. (Ismeretes, hogy a numerikus prognosztikában a légköri folyamatok *fizikai* leírására szolgáló bonyolult matematikai egyenletek számítógépes megoldását, ún. „integrálását” végezzük, amelyhez azonban feltétlenül ismerünk kell a meteorológiai

elemek értékeinek térbeli eloszlását. A számítások természetesen olyan, hogy elvégzésükhöz a Föld felszínén szabálytalanul elhelyezkedő állomások adatainak felhasználása helyett az ezekből származtatott rácspontri adatok felhasználása az előnyös. Mint már említettük, ezen származtatási folyamatot nevezzük objektív analízisnek, ahol az „objektív” jelző matematikai, ún. „interpolációs” eljárások alkalmazására utal.)

Egy vizsgált meteorológiai elem (pl. hőmérséklet, geopotenciál, légnedvesség, stb.) bizonyos szintre vonatkozó értékei képezik ezen elem ugyanezen szintre vonatkozó objektív analízisének kiindulási adatait. Ezen alap-információ mellett azonban különböző segédinformációk bevonására is sor kerülhet. Ez állhat az analizálandó elemmel valamilyen kapcsolatban álló más elemre (pl. nyomás és hőmérséklet kapcsolata), sőt más szintekre vonatkozó megfigyelésekből is. Mindezek mellett kiegészítő információként felhasználhatók az adott időpontra vonatkozó numerikus előrejelzések is.

Kiegészítő információknak az objektív analízisben történő felhasználását a *meteorológiai mezők egyeztetésének* szokás nevezni. Ebben az értelemben beszélhetünk például a geopotenciál és a szél mező, különböző szintek geopotenciál mezői, diagnosztikai és prognosztikai mezők egyeztetéséről stb.

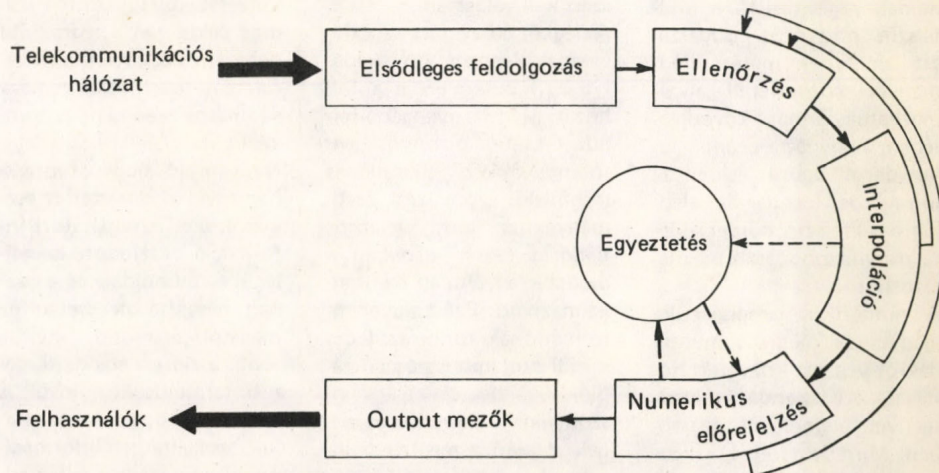
A szinoptikus információk hagyományos feldolgozásának algoritmusát („menetrendjét”) az 1. ábrán tüntetjük fel.

A gyakorlattal is alátámasztott elméleti becslések azt mutatják, hogy ha az állomáshálózat elegendően sűrű, akkor az objektív analízis folyamatában nincs szükség a meteorológiai mezők egyeztetésére. Például a trópusokon kívüli területeken a geopotenciál analízise esetén akkor nincs szükség egyeztetésre, ha a szomszédos állomások közötti átlagos távolság 300 - 400 km. Ilyen a hálózat átlagos sűrűsége Európában és Észak-Amerikában. Erre a két tartományra készített előrejelzésekhez az említett

mezők analízisének javítása csak a megfigyelő hálózat bővítésével érhető el. Hosszú ideig az a vélemény uralkodott, hogy a megfigyelő hálózat csak új aerológiai állomások létesítésével bővíthető. Az Atlanti- és a Csendes-óceánon időjárás hajókat telepítettek, szor-

mezők analízisének javítása csak a megfigyelő hálózat bővítésével érhető el. Hosszú ideig az a vélemény uralkodott, hogy a megfigyelő hálózat csak új aerológiai állomások létesítésével bővíthető. Az Atlanti- és a Csendes-óceánon időjárás hajókat telepítettek, szor-

mezők analízisének javítása csak a megfigyelő hálózat bővítésével érhető el. Hosszú ideig az a vélemény uralkodott, hogy a megfigyelő hálózat csak új aerológiai állomások létesítésével bővíthető. Az Atlanti- és a Csendes-óceánon időjárás hajókat telepítettek, szor-



1. ábra: Az operatív meteorológiai információk feldolgozásának hagyományos algoritmus

állomássűrűség megfelelőnek látszik. Azonban figyelembe kell venni, hogy minél nagyobb érvényességi idejű előrejelzést akarunk készíteni, annál nagyobb területről van szükségünk kiindulási információra. Így például 3-4 napos sikeres előrejelzéshez már hemiszférikus (félgömbi) adatokra van szükség, hosszabb időtartamok esetére pedig elkerülhetetlen a globális (az egész Földre vonatkozó) adatok felhasználása. Sajnálatos módon globális léptékben a meglévő állomáshálózat eloszlása rendkívül egyenetlen. Ez különösen az aerológiai állomásokra vonatkozik. Így hiányoznak az aerológiai állomások a sivatagokban, az óceánokon és általánosan alacsony a hálózat sűrűsége a déli féltekén. Az analízis során bizonyos pontosítás elérhető az egyeztetési technikák alkalmazásával, azonban ezek az eljárások csak a nem túlságosan ritka állomáshálózat esetén hatásosak. Ezért a nagyon ritka állomáshálózat tartományában az aerológiai

galmazták a fejlődő országok aerológiai hálózatának bővítését, megszervezték a személyszállító és kereskedelmi hajók észlelő brigádjaikat. Azonban ezek az intézkedések rendkívül drágák és munkaerő-igényesek voltak. Példaként megemlíthető, hogy egyetlen időjárás hajó évi fenntartási költsége kb. 2 millió dollár. Nyilvánvalóvá vált, hogy a hálózat ilyen eszközökkel történő bővítésével gyakorlatilag soha sem lesz elérhető az aerológiai hálózat európai sűrűsége.

A helyzet lényegesen megváltozott az olyan új megfigyelő eszközöknek, mint a meteorológiai műholdak, automata állomások, szabad aerosztátok, stb. az operatív meteorológiai gyakorlatba történő bevonulásával. Mindezen eszközök közös vonása, hogy az általuk szolgáltatott adatok nem kapcsolódnak az előre rögzített észlelési terminusokhoz, sőt bizonyos esetekben nem kapcsolódnak előre rögzített földrajzi elhelyezkedéséhez sem. Ezért az ilyen megfigyeléseket *aszinopti-*

drága, mint egy időjárás hajó üzemeltetése, viszont az is nyilvánvaló, hogy egyetlen műhold jó néhány időjárás hajóval ekvivalens. Pályája mentén a szputnyik pontok sokaságáról ad nagy időbeli felbontásokban információkat. Ezért nyugodtan állíthatjuk, hogy az egy megfigyelésre eső költség a műholdak alkalmazása esetén alacsony.

Jelenleg azonban a műholdak által „termelt” információ döntő részét a televíziós felhőképek alkotják. Természetesen egy elegendően teljes numerikus prognosztikai modell elvileg leírja a felhőzet kialakulását és fejlődését, és ezért a felhőképek alkalmazása teljesen jogosultnak tűnik, azonban ebben az irányban csak néhány kísérlet történt és jelenleg fontosabbnak látszik a szél és a hőmérséklet mezőinek előállítás.

Egyik lehetőségként a felhőzet és a vertikális sebességek mezője közötti korrelációs kapcsolatok felhasználása kínálkozik a geopotenciál mező számítására.

Azonban egy ilyen közvetett számítás eredménye meglehetősen pontatlan, de már eredményes kísérleteket folytattak a ritka állomáshálózat aerológiai adatainak ilyen származtatott geopotenciál értékekkel történő pontosítására.

A felhőképek mellett a műholdak regisztrálják a földfelszín infravörös kisugárzását, amelynek mérési eredményei közvetlenül alkalmazhatók, annak következtében, hogy az óceánok felett derült égbolt esetén az infravörös kisugárzás alapján a vízfelszín hőmérséklete nagyon pontosan meghatározható.

A numerikus prognosztika igényeinek mégis a műholdakról végzett közvetett hőmérsékleti szondázás eredményei felelnek meg legjobban. Mint ismeretes, a közvetett hőmérsékleti szondázás módszereiben a kisugárzás spektrális összetételére vonatkozó adatok kerülnek felhasználásra a hőmérséklet vertikális profilja meghatározásának céljából. Maga a problémakör a légköri optika inverz feladata néven jól ismert a sugárzással foglalkozó szakemberek körében. Nagyon egyszerűen belátható, hogy a vertikális hőmérsékleti profil ismeretében könnyen meghatározható a geopotenciál függőleges eloszlása is, ha valamilyen referencia-szinten ismerjük a

nyomást vagy a geopotenciált. Sajnálatos módon a referencia-szintre vonatkozó adatoknak éppen nagyon ritka hálózatu tartományokban nem vagyunk birtokában, tehát itt pl. a felszíni nyomás mérésére más, kiegészítő eszközöket kell felhasználni vagy más módszert kell választani.

A légkör közvetett szondázásának legnagyobb akadálya és hibátényezője a felhőzet. Még ha gyengébb felhőzet esetén bizonyos javító tényezőkkel sikerül is megfelelő szondázási eredményekhez jutni, jelentős felhőzet esetén azonban a módszer egyáltalán nem alkalmazható. Ezért figyelemre méltónak tűnik az 1 cm körüli hullámhosszúságú rádiókisugárzás spektrális viszonysainak elemzése, és ennek alapján a megfelelő inverz feladat felállítása és megoldása.

A fejlődés eddigi tendenciáit és a kutatások intenzitását mérlegelve várható, hogy a közeljövőben jelentősen bővül a számszerűsített és a numerikus prognosztikában közvetlenül felhasználható műholdas információk köre.

A műholdak mellett a meteorológiai megfigyelések más eszközei is kialakulóban vannak. Ide tartoznak pl. a szabad aerosztátok, amelyek a 10-15 km-nél nagyobb magasságokban hosz-

szú ideig sodródhatnak az azonos sűrűségű felületek mentén és mérési adataikat vagy közvetlenül, vagy műholdakon keresztül továbbítják a feldolgozó központokba. Hasonlóképpen intezíven fejlődik a sodródó bójtás mérések technikája az óceánokon és az Északi Sarkvidék körzetében. Ugyanígy számos példa van a szárazföld nehezen megközelíthető területeire telepített *automata állomások* eredményes munkájára is.

Nyilvánvaló, hogy a fentiekben röviden ismertetett eszközök által szolgáltatott információ aszinoptikus jellegű: a műholdak és a szabad aerosztátok esetén ez magától értetődő, míg a többi eszköz a standard mérési terminusokon kívül is lekérdezhető, s ezért az általuk szolgáltatott információk aszinoptikus jellegűek. Egy fejlettebb szinten a lekérdezést pl. egy időjárási veszélyhelyzetben maga az automatikus feldolgozó rendszer is kezdeményezheti.

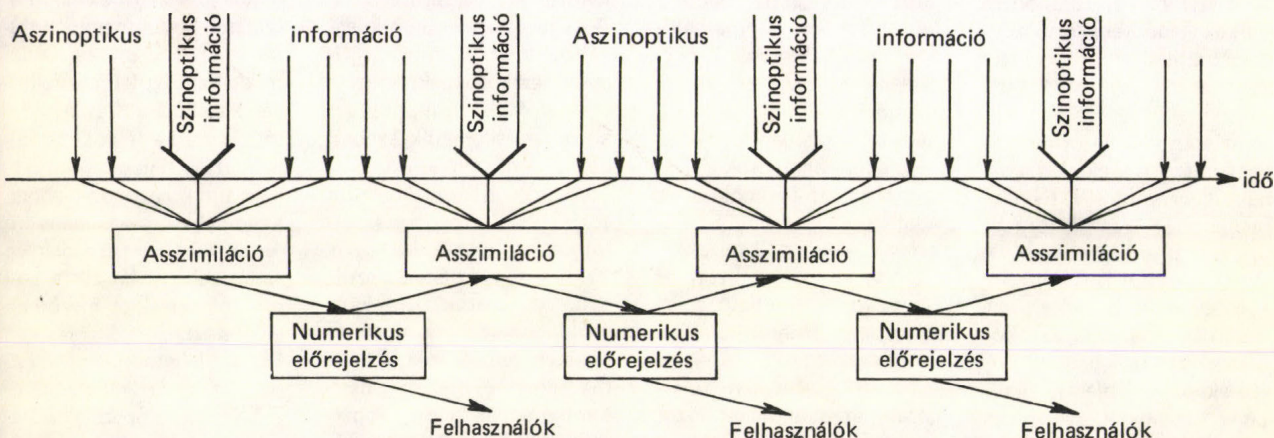
Azonban az aszinoptikus információk az aerológiai megfigyelésektől nemcsak abban különböznek, hogy nem előre rögzített tér- és időbeli pontokra vonatkoznak, hanem abban is, hogy más ezen információk hibáinak természete is. Sajnálatos módon jelenleg csak a műholdas mérések hibáira

vonatkozóan ismerünk néhány előzetes becslést; az aszinoptikus eszközökkel végzett mérések általános elméleti megalapozása jelenleg hiányzik.

Az eddig elmondottak megfelelően indokolják egy olyan analízis-rendszer kidolgozásának szükségességét, amely alkalmas nemcsak a különböző térbeli, hanem a különböző időbeli pontokra vonatkozó adatok feldolgozására. Más szavakkal azt mondhatjuk, hogy a mérési technika fejlődése lehetőséget ad arra, hogy a háromdimenziós objektív analízisről a meteorológiai mezők négydimenziós analízisére térjünk át.

Nyilvánvaló a négydimenziós analízis nagy gyakorlati jelentősége. Így pl. a numerikus előrejelzések továbbfejlesztése ill. érvényességi időtartamuk növelése elképzelhetetlen a négydimenziós objektív analízis módszereinek kidolgozása és gyakorlati bevezetése nélkül. Hasonlóképpen értékes kiindulási adatokat szolgáltathat - különösképpen hemiszférikus vagy globális méretekben - a megfelelően választott négydimenziós objektív analízis a meteorológia más területei számára is.

Elvileg a négydimenziós analízisnek két sémája képzelhető el. Az első, az ún. *diszkrét séma*, kevésbé tér el az eddig általánosan alkal-



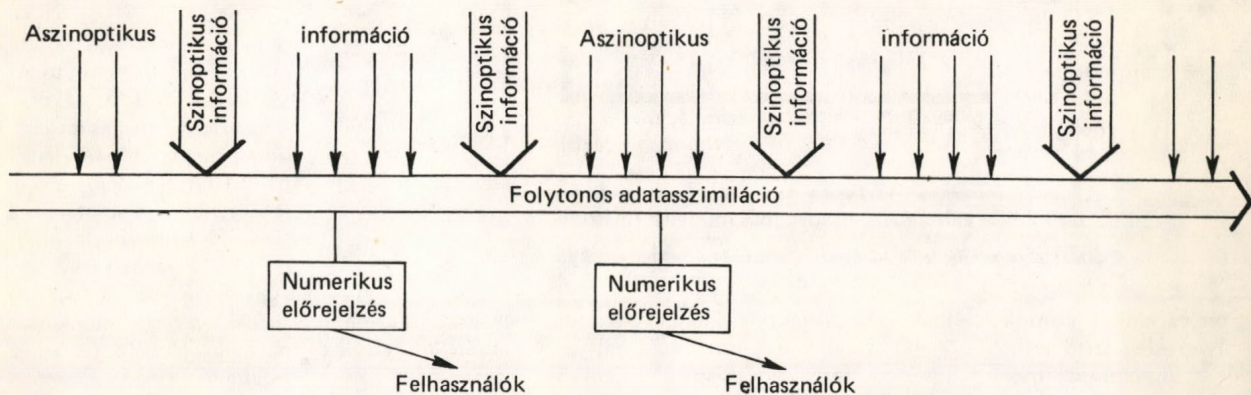
2. ábra: A négydimenziós adatasszimiláció diszkrét sémája

mazott háromdimenziós sémáktól, u.i. ebben a sémában is egy adott terminusra vonatkozó adatok háromdimenziós objektív analízisét hajtjuk végre. Az eltérés csupán abban áll, hogy a diagnosztikai mezők előállításánál az adott terminusra vonatkozó megfigyelések

szemléltethető. Az egyik gép végzi magát a négydimenziós analízist, azaz benne a folyamatok a „valódi”, a légkörben ténylegesen előforduló sebességgel a légkörből vett minták által „vezérelve” zajlanak, míg a második gép előre meghatározott időpontokra vonatkozó álla-

nyek mennyivel vannak közelebb a valósághoz, vagy egyáltalán közelebb állnak-e hozzá, erre a valóság pontos ismeretének hiánya miatt közvetlen választ nem adhatunk. A közvetett módszerek közül viszont az elméleti légköri modellekkel végzett numerikus kísérletek

használatát az aerológiai állomáshálózatéhoz, másrészt a megmaradt adatokhoz mesterséges hibákat keverünk, amelyek az aerológiai mérések tényleges hibáit fogják modellezni. Következő lépésként valamilyen (háromdimenziós) objektív analízis eljárással helyreállít-



3. ábra: A négydimenziós adattasszimiláció folytonos sémája

mellett olyan aszinoptikus információk felhasználására is sor kerül, amelyek eredetileg korábbi időpontokra vonatkoztak. Ezeknek az információknak az adott terminusra történő hozatala történhet a felhasznált numerikus prognosztikai modell segítségével, de realizálható különböző statisztikai extrapolációs eljárásokkal is. A négydimenziós analízis diszkrét sémájának vázlata a 2. ábrán látható. A kérdéssel foglalkozó szakemberek egybehangzó véleménye szerint jelenleg ez a séma áll legközelebb az operatív realizálás lehetőségéhez.

Mindemellett a legfontosabbnak és elméleti oldalról a legegyszerűbbnek a négydimenziós analízis *folytonos sémája* látszik, amelynek keretében a beérkezett információ azonnal az észlelés időpontjának megfelelő modell-állapot módosítására kerül felhasználásra. A folytonos séma vázlata a 3. ábrán látható. A folytonos séma realizálása legegyszerűbben két számítógép esetére

potok - mint kiindulási mező - felhasználásával a maximálisan lehetséges sebességgel végzi az egyenletek megoldását, azaz készíti a numerikus előrejelzést. Természetesen ebben a gyors integrációs folyamatban kiegészítő információk felhasználására már nincs lehetőség.

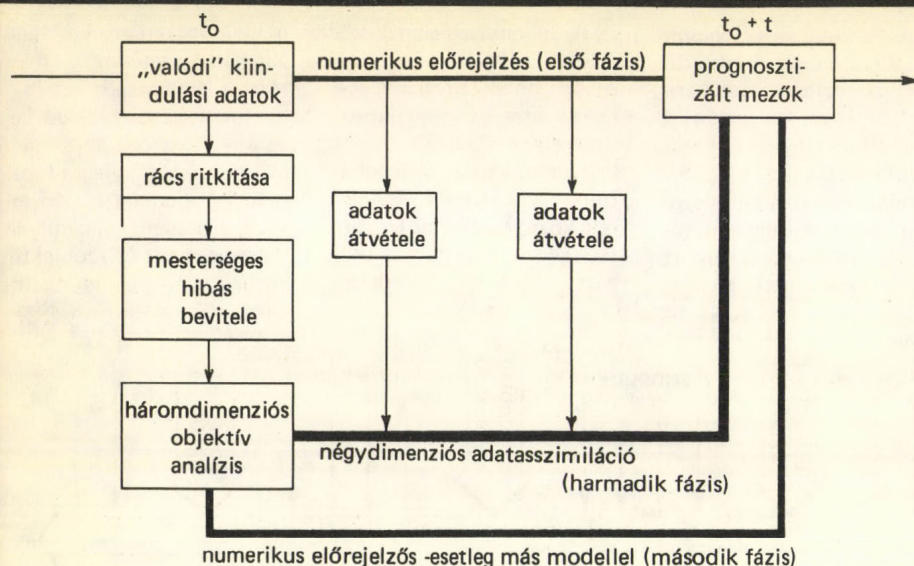
A négydimenziós analízisben felhasznált információfajták nemcsak mennyiségiileg, hanem minőségileg is erősen eltérnek. Ezeket a sok esetben jelenleg még nem is pontosan ismert tulajdonságokat figyelembe kell venni a négydimenziós analízist realizáló algoritmusok tervezésénél és ezen algoritmusok segítségével elérhető pontosság elsődleges becslésénél. Sajnos ilyen becsléseket nem kaphatunk azon egyszerű módszer segítségével, hogy a kidolgozott metodikát egyszerűen és közvetlenül alkalmazzuk a tényleges megfigyelések adataira. Az nyilvánvaló, hogy a négydimenziós analízis más eredményekre vezet, mint a háromdimenziós, de hogy ezek az eredmé-

hatásos eszközt adnak az egyes analízis-eljárások lehetőségének becslésére.

A meteorológiai mezők négydimenziós analízis sémáinak tesztelésekor általában a következőképpen járhatunk el. Fogadjuk el, hogy egy adott időpontra vonatkozó rácsponti adatok a légkör „valódi” állapotát jellemzik és tegyük fel, hogy az általunk kiválasztott numerikus előrejelzési modell helyesen írja le a légkör viselkedését. (Hangsúlyozzuk, hogy itt a kísérlet érdekében tett feltételezésekről van szó. Valójában a légkör adott időpontbeli állapotát és a légköri folyamatok alakulását csak bizonyos közelítéssel ismerjük.) Ezután kiindulási adataink alapján meghatározott időpontra (pl. 24 órára előre) elkészítjük a numerikus előrejelzést. Feltevéseink szerint így bizonyos időszakra (pl. 24 órára) modelleztük a „légkör” viselkedését. A kísérlet második fázisában rácsponti adatainkat elrontjuk: egyrészt úgy megtrájtjuk őket, hogy sűrűségük

juk a mezőt, tehát ismét minden rácspontban lesz kiindulási adatunk. Nyilvánvaló, hogy ezen két mező különbsége az objektív analízis hibáját fogja jellemezni. Ezután a megváltoztatott és újraanalizált adatok alapján elkészítjük - sokszor valamilyen durvább felbontású numerikus prognosztikai séma felhasználásával - a második előrejelzést. Abban az esetben, ha ezt az integrálást nem a korábbi numerikus előrejelzési séma szerint végezzük, lehetővé válik magának a prognosztikai modell elégtelenségeinek vizsgálata. Ezt a módszert szokás a „nem-azonos unokatestvérek” módszerének nevezni. Ha pedig az igaznak tekintett helyzetre és a megváltoztatott adatokra támaszkodó integrációt ugyanazon modellekkel végezzük, akkor „azonos ikrek” típusú kísérletről beszélünk.

Egy harmadik kísérletet is kell végeznünk ugyanazon kiindulási adatok alapján, mint amelyeket a második fázisban használtunk, azzal a különbséggel, hogy bizo-



4. ábra: A négydimenziós adatasszimilációs séma tesztelésének folyamata

nyos tér és időbeli pontokban olyan kiegészítő információkat viszünk az integrálási folyamatba, amelyek az aszintoptikus megfigyelések igazának elfogadott kísérletéből valók, s bizonyos zajokat keverünk hozzájuk az aszintoptikus adatok hibá-

inak szimulálása céljából. Tehát végülis a harmadik kísérleti fázis modellezi a négydimenziós analízis folyamatát, míg az első két kísérlet eredményei csak az összehasonlítási alapot képezik. (A négydimenziós adatasszimilációs sémák

tesztelésének egész folyamatát a 4. ábrán tüntettük fel.)

Megjegyzendő, hogy egy ilyen kísérletsorozat nemcsak a pontosság ill. a pontosság becslése szempontjából fontos, de lehetőséget ad a prognosztikai modell

viselkedésének részletes nyomkövetésére. Ismeretes, hogy ha numerikus előrejelzés készítése során az integrálási folyamatba a modell számára nem megfelelő adatokat viszünk be, akkor nagy a veszélye annak, hogy előrejelzésünket hamis hullámok torzítják el, vagy meteorológiailag teljesen értelmetlen előrejelzést kapunk. Különösen nagy az ilyen természetű veszély a négydimenziós analízis folytonos sémájának alkalmazásakor. Befejezésül érdemes megemlíteni, hogy a négydimenziós adatasszimiláció eddigi legnagyobb kísérletére a *GARP atlanti-trópusi kísérlet* (GATE) alatt került sor, amikor a K. Miyakoda (USA) vezette munkacsoport egy globális (az egész Földre kiterjedő) asszimilációs kísérletet hajtott végre, amelynek előzetes eredményei bizonyos optimizmusra adnak alapot.

Dévényi Dezső

A RÖVIDTÁVÚ ELŐREJELZÉS NÉHÁNY AKTUÁLIS KÉRDÉSÉRŐL

RÉSZLETEK EGY NYUGALOMBA VONULÓ PROGNOSZTIZŐR

BÚCSÚBESZÉDÉBŐL

Dr. K.R. Postma, a holland meteorológiai intézet igazgató-helyettese, 40 évi szolgálat után 1978 júniusában vonult nyugalomba. E közzismert meteorológus, aki a Meteorológiai Világszervezet tevékenységében is je-

lentős szerepet játszott, az időjárás-előrejelzés elvi problémái iránt különleges érdeklődést tanúsított. Néhány ilyen kérdésről fejtette ki véleményét a búcsúztatására rendezett összejövetelén elmondott beszédében

is, amelyből a WMO Bulletin 1979. évi júliusi száma részleteket közölt. Ezeket hazai viszonyainkra is érvényes aktualitásuk miatt az alábbiakban idézzük.

„Nem lennék igazi előrejelző, ha nem fejteném ki el-

képzeléseimet a jövőről. Meg kell mondanom, hogy az utóbbi időben meglehetősen kételkedéssel figyelem az automatizálás és számítógépesítés terén, valamint a numerikus előrejelzési módszerek egyes vonatkozásai-

ban végbemenő fejleményeket, és néhány nemrég megjelent cikk azt mutatja, hogy fenntartásaimmal nem állok egyedül. Meggyőződésem szerint itt az ideje annak, hogy kritikus szemmel megvizsgáljuk az ember és a gép szerepét és a további automatizálás szükségességét. Véleményem szerint ahhoz, hogy az előrejelzők megfelelő szintű érdekelttségét biztosítsuk, nagyobb szerepet kell nekik adnunk a döntésekben. A jelenlegi fejlődési irányzatban azt az ellentmondást látom, hogy míg a tudás általános szintje növekszik, az automatizálás következtében az egyéni képességek kifejtésének területe egyre szűkül.

Hadd idézzek most néhányat azokból a cikkekből, amelyekre az imént utaltam. A „De Ingenieur” című holland folyóiratban azt olvastam, hogy minden intézmény életében négy időszakot különböztethetünk meg: A hit, az érvelés, a cinizmus és a reményvesztettség korát. A nyugati társadalomban sok intézmény a harmadik fázisban, a cinizmus korában van, amelyet az áttekinthető képesség és az egységes szemlélet hiánya jellemez és amelyben formalizmus és bürokrácia kezd uralkodni. A teljesítmény csökken, és a mennyiségi növekedés eredménye - a minőség romlása. Ebből az következtetés adódik, hogydecentralizáljunk, ahol csak lehet, és csak ott centralizáljunk, ahol elengedhetetlenül szükséges. Egy másik példa: A svéd Adatel-

lenörző Központ vezérigazgatója egy interjúban hangsúlyozta, hogy „a számítógépet kell az emberhez időmítni, és nem az embert a számítógéphez.” - S végül még egy idézet, az Amerikai Meteorológiai Társaság folyóiratából: „Az előrejelzés iránti lelkesedés és az előrejelzői munkából fakadó sikerélmény fogyatkozásban van. A jelenlegi fejlődés arra ösztönzi az előrejelzőt, hogy vakon kövesse a gépi információt. Az előrejelző nem annyira a meteorológus, mint inkább a hírközlő munkáját végzi. Mivel ez a gyakorlat lassan, fokozatosan terjed, meteorológiai ráknak is nevezhetjük.”¹⁾

A fentiekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy nyilvánvalóan szükség van a helyzet kritikai felülvizsgálatára. Meg kell találnunk az ember és a gép szerepe közötti leghatékonyabb arányt, amely biztosítja, hogy optimálisan kihasználjuk a meglévő páratlan technikai lehetőségeket a lehető legjobb produktumok készítésére, de ugyanakkor a legnagyobb mértékben fenntartja a dolgozó emberben a munkája iránti szenvedélyes érdeklődést.

Ugy gondolom, hogy ez a felfogás különösen a 12-18 órás rövidtávú előrejelzések készítése terén fog érvényre jutni, ahol a numerikus előrejelzés szerepe általában nem nagy. Elnézést kérve a hosszútávú előrejelzőktől, ehhez még azt is hozzátenném, hogy intézetünk „névjegye” továbbra is a rövidtávú előrejelzés lesz. Ennek o-

ka elsősorban az, hogy rövidtávú előrejelzéseket igen gyakran adunk, de ezenkívül az is, hogy a társadalmi és technológiai fejlődés bizonyos jelenségei, mint például a lakosság egyre növekvő mozgékonyasága, még inkább fokozzák ezeknek az előrejelzéseknek a jelentőségét. Ha rövidtávú előrejelzéseink túlságosan gyakran rosszak, vagy nem elég részletesek, vagy nem igazítjuk őket elég gyorsan az új körülményekhez, akkor az eredmény káros hatással lesz egész Szolgálatunk hírnevére. Ezért úgy vélem, hogy nagy szükség van annak megvizsgálására, hogyan javíthatnánk a rövidtávú előrejelzések készítésének komplex technikáját.

Az előbb említett probléma nyomán eljutunk ahhoz a kérdéshez is, milyen formában juttassuk el az információt a felhasználókhöz. Ugy érzem, hogy az előrejelzésnek nem szabad túlságosan nagy mennyiségű információt tartalmaznia, hanem csak annyit, amennyit a közönség megfelelően be tud fogadni és meg tud érteni. De az sem célszerű, ha a tájékoztatást túlzottan népszerűsített vagy egyszerűsített formában adjuk, mivel ugyanazt az anyagot a legkülönbözőbb érdekelttségű felhasználók széles köre a legkülönbözőbb célokra használja fel.

A felhasználók részére történő információ-átadás javítása talán még fontosabb, mint az előrejelzések megbízhatóságának növelése, és azt hiszem, e téren az egyik

hatékony eszköz a körzetítés lehet. Ehhez természetesen körzeti rádió-adók szükségesek. A körzeti időjárás-előrejelzésekben csak azokra a részletekre kell kitérni, amelyek az illető vidéket érintik. Így kevesebb információt adunk anélkül, hogy a hasznosság csökkenne... A körzeti előrejelzések érvényességi időtartama 18 óránál ne legyen nagyobb, minőségük pedig valószínűleg úgy javítható legjobban, ha készítésüket decentralizáljuk. Egy adott tájegység időjárásának sajátos vonásait legjobban nyilván az a meteorológus ismeri, aki több éves helyi tapasztalattal rendelkezik. Itt van tehát egy kitűnő lehetőség a decentralizálásra, aminek még az az előnye is megvan, hogy a szakemberek nagy csoportok helyett kisebb, meglehetősen önálló egységekben dolgozhatnak, ahol a munkával kapcsolatos személyes motiváció erősebb. A korszerű távközlési technika lehetővé teszi, hogy a kis helyi csoportok is tökéletesen és hatékonyan végezzék munkájukat.”

1/ Operational forecasting using automated guidance, by L.W. SNELLMAN. 1977 Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 58, pp. 1036-1044.

Fordította:

Tölgyesi István

antropogén

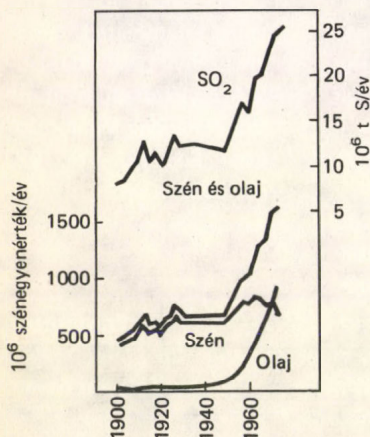
Az emberiség számának növekedésével, az ipari fejlettség fokozódásával az antropogén hatások egyre jelentősebb mértékben képesek befolyásolni természeti környezetünket, így napjainkban már globális következményekkel is számolnunk kell. A légkör kémiai összetétele, a légkörben lejátszódó folyamatok szempontjából fontos szerepet játszanak az antropogén tevékenység által levegőbe juttatott különböző nyomanyagok, amelyek a közvetlen, lokális hatásokon túl (esetleges egészségi ártalmak, korrózió, látástávolság csökkenés stb.) közvetve, a légkör sugárzási egyenlegének, illetve a felhő- és csapadékképződési folyamatoknak az alakításán keresztül globális mértékben a Föld éghajlati képét is befolyásolhatják. Mivel a légkör jelenlegi egyensúlya labilis, fennáll a veszélye annak, hogy ezek a hatások irreverzibilis változásokat idéznek elő. A kérdés tárgyalását megnehezíti, hogy a légkörben végbemenő folyamatok egymással összefüggő rendszert alkotnak, ahol különféle visszacsatolási mechanizmusok is elképzelhetők.

A fosszilis tüzelőanyagok erőművekben, háztartásokban való elégetése útján, járművek kipufogógázaival, szeméttégetéssel, bizonyos iparágak által jelentős mennyiségben légkörbe jutta-

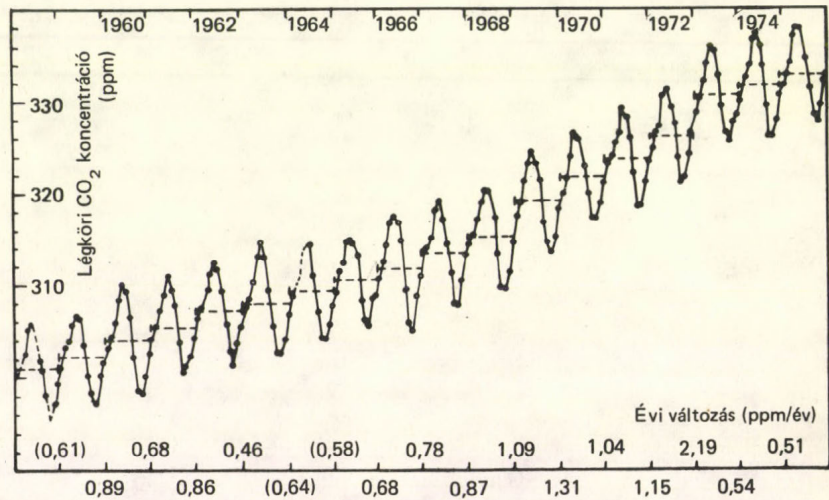
tott anyagok a kén-dioxid, szén-dioxid, nitrogén-oxidok, vízgőz, különféle szénhidrogének, szilárd részecskék stb. Tekintsük át, hogy a felsorolt anyagok egyre növekvő mértékű jelenléte a légkörben milyen következményekkel járhat jelenlegi ismereteink szerint.

A fosszilis tüzelőanyag felhasználás és az antropogén kén-dioxid emisszió időbeli változását mutatja az 1. ábra Európára vonatkozóan. Mint látható, a tüzelőanyag felhasználással párhuz-

aropogén forrásokból, mint természetes forrásokból. A kén-dioxid néhány óra - nap alatt különböző felületeken való megkötődéssel vagy a csapadék kimosó hatása következtében kikerül a légkörből, vagy szulfátrészecskékké alakul. A keletkező 0,5 μm -nél kisebb sugarú részecskék viszont légköri tartózkodásuk alatt nagy távolságokra szállíthatnak, tartózkodási idejük az alsó troposzférában, a közepes szélességeken néhány nap, a troposzféra magasabb rétegeiben néhány hónap, a sztra-



1. ábra: A fosszilis tüzelőanyagfelhasználás és az antropogén kén-dioxid emisszió alakulása Európában a század eleje óta.



2. ábra: A légköri szén-dioxid koncentráció változása Mauna Loa háttérállomáson 1958-1975

mosan növekedett az antropogén SO_2 kibocsátás, a legnagyobb változás az utóbbi három évtizedben figyelhető meg. A SO_2 emisszió jövőbeli alakulása az energiahordozó-struktúra módosulásának a függvénye, és a szénfelhasználás várható exponenciális növekedése következtében valószínűleg további emisszió növekedéssel kell számolnunk. Az É-féltekén, Európában és az Amerikai Egyesült Államokban, az antropogén kén-dioxid kibocsátás nagyságrendekkel meghaladja a természetes források erősségét, globális léptékben közelítőleg azonos mennyiségű kéndioxid származik napjainkban ant-

ropogén forrásokból, mint természetes forrásokból. A kén-dioxid néhány óra - nap alatt különböző felületeken való megkötődéssel vagy a csapadék kimosó hatása következtében kikerül a légkörből, vagy szulfátrészecskékké alakul. A keletkező 0,5 μm -nél kisebb sugarú részecskék viszont légköri tartózkodásuk alatt nagy távolságokra szállíthatnak, tartózkodási idejük az alsó troposzférában, a közepes szélességeken néhány nap, a troposzféra magasabb rétegeiben néhány hónap, a sztra-

toszféra alján, a tropopauzánál kb 1 míg a sztratoszféra felső rétegeiben, a sztratopauzánál 5 évet is elérhet. Jelenlegi ismereteink szerint azonban az antropogén eredetű szulfátrészecskék mennyisége a sztratoszférában elhanyagolható a természetes eredetűekéhez képest, így a továbbiakban csak a troposzférikus aeroszol hatásaival foglalkozunk.

hatása a

tevékenység

dellszámítások azt mutatják, hogy az aeroszolrészecskék klímamódosító hatása az alattuk levő felszín albedójától függ, így nagy albedójú, pl. hó- vagy jégfelszín esetén albedócsökkenés várható, vagyis az aeroszolrészecskék jelenléte a sugárzási egyenleg módosításán keresztül a sarki területek felmelegedését eredményezheti. A problémát tovább bonyolítja az aeroszolrészecskéknek a felhő- és csapadékképződésben játszott szerepe. Azáltal, hogy nő a felhőcseppek keletkezésénél kondenzációs magként szereplő légköri aeroszolrészecskék száma, több, de kisebb méretű csepp kialakulása várható, és az így keletkező felhő stabilitása nagyobb lesz, amely így módon visszahat a sugárzási mérleg alakulására. A hatásokat együttesen vizsgálva az antropogén tevékenység hatására megnövekedett aeroszolkoncentráció feltehetően bizonyos mértékű hőmérséklet kiegyenlítő szerepet játszik az alacsonyabb és magasabb szélességek között.

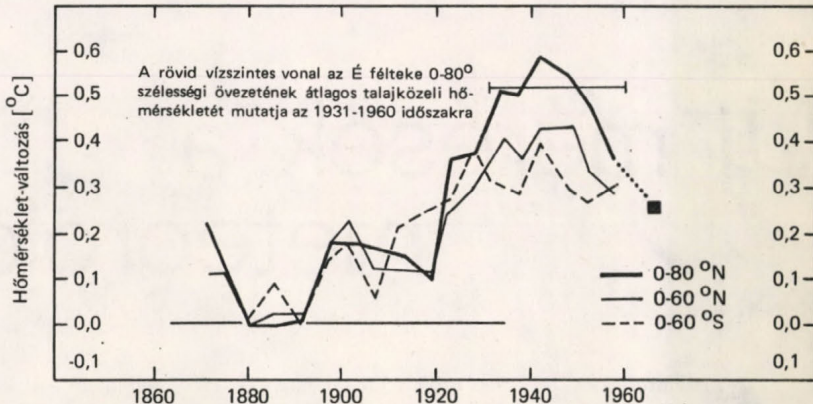
Az infravörös hullámhosszakon az antropogén eredetű aeroszolrészecskék hatása méretüknél fogva nem jelentős. Ebben a hullámhossztartományban a Föld felszíne által kibocsátott sugárzásra elsősorban a légköri szén-dioxid hat, azáltal, hogy sugárzást nyel el, amely így módon a földfelszín és a felszínközeli légrétegek melegedését okozza. A kén-dioxiddal ellentétben, a szén-dioxid még napjainkban is főként természetes forrásokból kerül a légkörbe, és az antropogén források erőssége lényegesen kisebb, bár egyre növekszik. A problémát az okozza, hogy a légköri szén-dioxid kisebb hatékonyságú nyelőkkel rendelkezik, amelyek nem képesek kompenzálni a növekvő antropogén kibocsátás hatását. Ez a tény látszik a 2. ábrán, ahol az emelkedő trend a természetes évi CO_2 me-

netre szuperponálódó légköri antropogén CO_2 koncentráció növekedését reprezentálja. Egyes becslések szerint, a kis nyelőintenzitás miatt, a század eleje óta a légkörbe bocsátott antropogén CO_2 mennyiségének mintegy fele a légkörben maradt. A jelenlegi kibocsátás ütemét figyelembe véve 2000-re mintegy 20-25 % CO_2 koncentráció növekedés várható. Ez pedig a földfelszín infravörös kisugárzásának abszorpcióján keresztül a földfelszín és a felszín közeli légréteg hőmérsékletének emelkedéséhez, másrészt pedig a sztratoszféra hűléséhez vezet. Ezáltal a közepes szélességeken 2000-re kb. $0,5^\circ\text{C}$ hőmérsékletnövekedés várható (a pólusokon esetleg több).

A légköri folyamatok rendkívül bonyolult voltára utal az a tény, hogy az átlagos talajfelszíni hőmérséklet alakulásában nem mutatható ki egyértelmű változás az elmúlt évszázad során. A 3. ábrán látható, hogy a 40-es évekig bizonyos mértékű hőmérsékletemel-

változások is veszélyesek lehetnek, és esetleg irreverzibilis folyamatokat indíthatnak, mint például a sarki jégta-
karó csökkenése, amely beláthatatlan következményekkel járna a földi élet számára.

Az eddigiekben a legfontosabb troposzférikus folyamatokkal foglalkoztunk, tekintsük át most röviden, milyen hatása lehet a megnövekedett szennyezőanyag kibocsátásának a sztratoszféra szempontjából. A sztratoszférában a hőmérsékleti rétegződés következtében a kicserélődési folyamatok lassúbbak, másrészt hiányoznak a csapadékképződési folyamatok, amelyek fontos szerepet játszanak a troposzféra tisztításában, így az ide kerülő nyomanyagok tartózkodási ideje lényegesen hosszabb, mint a troposzférában. Ez a kisebb légsűrűséggel együtt azt eredményezi, hogy már aránylag kis nyomanyag mennyiség is hosszan tartó és a troposzférahoz képest súlyosabb problémát jelenthet. A



3. ábra: A légköri hőmérsékletnek az 1880-as értékre vonatkoztatott változása az elmúlt száz évben

kedés volt (kb. $0,008^\circ\text{C}/\text{év}$), azóta csökkenés figyelhető meg, ennek mértéke meghaladja a korábbi emelkedését. Az ábrából az is látható, hogy a változás amplitudója nő az É sark felé. A Föld-légkör labilis egyensúlyi állapotából következik, hogy ilyen kis

sztratoszférába kerülő nyomanyagok elsősorban az ózonernyőre gyakorolt hatásukon keresztül lehetnek veszélyesek, mert ezáltal befolyásolhatják a földfelszínre jutó ultraibolya sugárzás mennyiségét, másrészt pedig a sztratoszféra hőmérsékleti rétegződését. Az ózonernyőt veszélyeztető antropogén nyomanyagok egyik forrása a sztratoszférikus repülőgépforgalom, másrészt egyes, hosszú troposzférikus tar-

légkörre

tózkodási idővel rendelkező nyomanyagok diffúzióval átkerülhetnek a troposzférából. A szuperszónikus repülőgépek hatása abban nyilvánul meg, hogy a hajtóanyag elégetésekor keletkező NO_2 és vízgőz az ultraibolya sugárzás hatására reakcióba lép az ózonnal. Korábbi elképzelések szerint a végbemenő reakciók egyértelműen a sztratoszférikus ózonkoncentráció csökkenését eredményezik, a legújabb vizsgálatok eredményei azonban azt mutatják, hogy más típusú reakciók mennek végbe a sztratoszféra különböző rétegeiben, kb 17 km-es magasság alatt növelve, afölött pedig csökkentve az ózon mennyiségét. Ez utóbbi viszont azt jelentené, hogy a szuperszónikus repülőgépek, mivel repülési magasságuk általában kisebb mint 17 km, inkább növelik az ózonkoncentrációt, mint csökkentik.

Jelenlegi ismereteink szerint az ózonerő veszélyeztető legfontosabb antropogén eredetű anyagok a szórópalackok hajtógázaiként alkalmazott különböző halogénezett szénhidrogének, az ún. freonok. Ezek a troposzférában gyakorlatilag nem rendelkeznek nyelőd-vel, de a sztratoszférába átkerülve, a

rövidebb hullámhosszú sugárzás hatására elbomlanak, rendkívül reakcióképes gyököket képezve, amelyek az ózont képesek megkötni. Az egyes reakciólépések kérdése közel sem tisztázott, elképzelhetők olyan lépések is, többek között éppen a repülőgépek által kibocsátott vízgőz és nitrogén-oxidok hatására, amelyekben ózon keletkezik. Az eltérő nézetek közül, mint egyik legújabbra, hivatkozunk a CAS (WMO Légköri Tudományok Bizottsága) által 1978 októberében kiadott hivatalos nyilatkozatra, mely szerint a jövőben 15 %-os ózonkoncentráció-csökkenés is felléphet, a jelenlegi kibocsátási szintet véve alapul. A probléma súlyosságát fokozza, hogy hosszú távon ható folyamatról van szó, ahol 50-70 év kell ahhoz, hogy a freonmennyiség a felére csökkenjen a légkörben, ha a kibocsátást be is szüntetjük.

Ha a légköri ózon mennyisége 15 %-kal csökken, $0,1^\circ\text{C}$ hőmérsékletcsökkenés várható a talajszinten. A jelenlegi mérések nem mutattak ki csökkenést a légköri ózontartalomban, viszont sokkal kevesebb információval rendelkezünk az ózon vertikális elosz-

lására vonatkozóan, amely rendkívül érzékenyen befolyásolja a hőmérséklet alakulását, 1 km eltolódás az ózon koncentráció maximumában $0,15^\circ\text{C}$ hőmérsékletváltozást okozhat a talajon.

A légköri ózonmennyiség csökkenésének másik következménye a megnövekedett ultraibolya sugárzás a talajszinten, a biológiailag káros $0,19-0,32\ \mu\text{m}$ hullámhossztartományban, ez pedig a napsugárzásnak kitett bőrfelületek rákos megbetegedését okozhatja.

Összefoglalásul elmondhatjuk, hogy csak az antropogén tevékenység legfontosabb hatásait vettük sorra, a légkör jövőbeli alakulása szempontjából. Hangsúlyozni kell azonban, hogy ezek a következmények rendkívül bonyolultak, és szoros összefüggésben állnak egymással. Így a légkör egyes szférái sem tekinthetők külön egységeknek, hiszen visszacsatolási folyamatok lépnek fel, amelyek végül is az általános légköri cirkuláció módosításán keresztül az egész Föld éghajlatát megváltoztathatják.

Várhelyi Gabriella

Új mérések a meteorológiában V.

**A Szovjetunió
hidrometeorológiai kutató
hajói és tevékenységük**

Magyarország nem tengeri állam, ezért igen kevés tapasztalatunk van a tengeri meteorológiai megfigyelések végrehajtásáról, számunkra e terület újdonságnak számít. Időjárás előrejelző szolgálataink rendszeresen használja az Atlanti-óceánon ál-

ló időjelző hajók jelentéseit, ezért is érdekes a témával foglalkozni. A felsoroltak alapján mindenképpen érdemes a tengeri meteorológiai megfigyelési módszerekkel megismerkedni, valamint azokkal a különbségekkel, amelyek a hajókon működő és a szárazföldi megfigyelők módszereiben kényszerűen megvannak.

Az elmúlt évben a MONSZUN-77 expedíció során

alkalmam volt két eltérő felszereltségű szovjet tudományos kutatóhajón is tanulmányozni a tengeri meteorológia megfigyelési módszereit. Az expedíció során szerzett szakmai tapasztalatok felhasználásával állítottam össze e beszámolót. A WMO által az arra kijelölt hajókon előírt alapmérések kívül ismertetem azokat a speciális berendezéseket, illetve mérési lehetőségeket

is, amelyeket ezekben az „úszó tudományos intézetekben” rendszeresen vagy időszakosan alkalmaznak a világtengerek és óceánok bármely kívánt helyén.

A meteorológiai mérések céljára kijelölt hajókon, amelyek lehetnek kereskedelmi vagy utasszállító céllúak is, a következő meteorológiai elemeket kell folyamatosan mérni, illetve észlelni:

- a/ a szél sebességét és irányát,
- b/ a levegő nyomását, a légnyomás tendenciáját és annak jellegét,
- c/ a jelenlegi és elmúlt időjárást,
- d/ a felhőzet mennyiségét, típusát és magasságát,
- e/ a látástávolságot,
- f/ a levegő hőmérsékletét és nedvességét,
- g/ a csapadék mennyiségét és formáját,
- h/ a tenger felszínének hőmérsékletét,
- i/ az óceáni hullámok magasságát, periódusát és irányát,
- k/ a jégviszonyokat.

A méréseket és megfigyeléseket 10 perccel a szinoptikus észlelések szokásos ideje előtt kell megkezdeni, kivéve a légnyomás mérést, amit az előírt szinoptikus időben kell elvégezni. A tenger hullámzásának megfigyelését a szinoptikus periódus előtti 10 perces időpontot megelőzően kell végrehajtani.

Amint a felsorolásból látható, a tengeri meteorológiai mérés lényegében megfelel a szárazföldinek, csak a felszín állapotának megfigyelését kellett a nem szilárd, hanem általában cseppfolyós halmazállapotú felszín viszonyaihoz igazítani.

A szélvektor mérésére a szárazföldön is szokásos anemométereket lehet használni. Amennyiben szélesebbeség-mérő a hajón nem áll rendelkezésre, úgy speciálisan a tengeri környezetre kidolgozott Beaufort skálával becsülhető a szél sebessége. A táblázat beosztása megfelel a szárazföldön is használt határértékeknek, csak a tenger hullámzásának megfigyelhető növekedése szolgál a kategóriák kiválasztása

alapjául. A tengeren használható Beaufort skálát a Meteorológiai Táviratok Kézikönyvében is megtalálhatjuk. A szél irányát minden esetben műszeresen lehet mérni, miután olyan nagyobb hajó már nem közlekedik a tengereken, amelyen tájoló ne lenne. A hajókon a szélmérő reprezentatív elhelyezése általában gondot jelent, tekintve a hajók eltérő és speciális kivetül felépítményeit. Hacsak mód van rá, két műszert alkalmaznak különböző pontokon elhelyezve, és mindig annak méréseit veszik figyelembe, amelyre a szél a hajó-felépítmény befolyásoló hatása nélkül közvetlenül ráfúj.

A légnyomás mérésére rendszerint precíziós aneroid barométert használnak. A barométert úgy kell elhelyezni, hogy a tenger hullámzása miatti hajó ingadozások ne legyenek rá hatással. Ezt kettős kardános és rugós felüggesztéssel érik el. Amennyiben higanyos barométert alkalmaznak, úgy a hajó mozgása miatti „pumpáló” higanymozgást külön figyelembe kell venni. A hajón használt higanyos barométerek konstrukciója némileg eltér a normális állomás barométerétől, éppen a pumpáló higanymozgás csökkentésére. A hajón alkalmazott mindkét típusú barométernek 0,1 mb pontosságú leolvasást kell biztosítania.

A higanyos barométer pontosságát a hajó ingadozása azonban még így is befolyásolja. Ha a hajó oldalirányú ingása $\pm 10^\circ$ -os, akkor a mérési hiba a 4 mb-t is meghaladhatja. Ha az ingadozás csak $\pm 2^\circ$ -os, akkor a hiba 0,2 mb-ra lecsökkenthető.

A felhőzet és időjárás megfigyelésében nincs különbség a szárazföldön is szokásos módszerekhez képest. Felhőmagasság észlelést éjjel a hajó felszereléséhez tartozó normál reflektorral is végre lehet hajtani, elsősorban arra kell figyelemmel lenni, hogy mérést csak a vizsgáló fénysugár merőleges irányánál lehet végezni, hullámozó tengernél azokban a másodpercekben, amikor a hajó két hullám között, rövid ideig vízszintes helyzetben van.

A látástávolság szokásos becslése a hajókon is elegendő. Nagy hajókon a fedélzeti felépítmények segítségével a rövid távú látást - ha az 100-150 m-nél kisebb - jól lehet becsülni. A nagyobb távolságú látástávolság becsléséhez a parti tárgyak használhatók fel, amelyeknek távolsága térképpel vagy a fedélzeti navigációs lokátorral határozható meg. Szabad vízen, hajózási útvonalban a különböző távolságra közlekedő hajók adnak biztosan mérhető támpontot. Az észlelők kellő gyakorlata, ennél az elemnél is, el nem hanyagolható segítséget jelent.

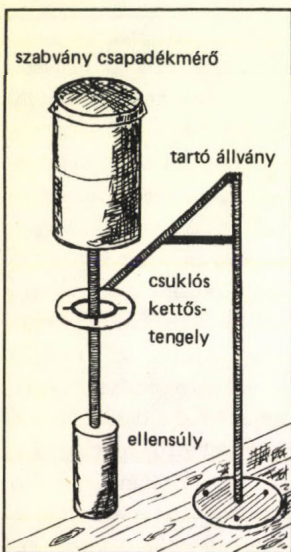
Ha a látás távolsága nem egyenlő minden irányban, úgy becsülni vagy mérni kell a legkisebb látástávolságot is és iránnyal együtt azt is bejegyezni a jegyzőkönyvbe.

Hajókon látástávolság regisztráló szintén alkalmazható, de a kis bázistávolság lehetősége csökkenti a mérés reprezentativitását. Külön figyelembe kell venni a műszeres mérés értékelésénél, hogy a hajó saját füstje és hője befolyásolta-e a regisztrálást.

A levegő hőmérsékletének és nedvességének mérésére a

legjobb megoldást a szellőztetett pszichrométer alkalmazása jelenti. A pszichrométer táblázatok megfelelő használata érdekében 0,1 $^\circ\text{C}$ pontosságú hőmérők szükségesek. E feltételt hajókon is jól kielégíti a sok más területen már bevált Assmann-féle szellőztetett pszichrométer. A hőmérséklet és nedvesség mérést a hajónak mindig azon az oldalán kell végezni, ahonnan a szél fúj. Célzerű a hőmérőpárt a mérés ideje alatt, elfordítható karral a hajó oldalától 4-5 m-re a víz fölé helyezni. A pszichrométernél különösen fontos a desztillált víz alkalmazása a hőmérő szívószálának nedvesítésére, mivel tengeri környezetben mindig van jelen sós vízpermet, amely befolyásolhatja a nedvességmérés pontosságát. Ha a nedvesítésre használt víz vagy a szívószál felszíne már sok tengeri sót tartalmaz, az ismeretlen koncentrációjú sósvíz feltéti gőznyomása lényegesen eltérhet a desztillált vízre vonatkozó telítési gőznyomás értékétől, és a pszichrométer táblázat - amely desztillált vízre készült - használhatatlanná válik, illetve pontatlan, bizonytalan érvényességű értékeket olvashatunk le belőle a levegő nedvességére. Poláris területeken, nagyon alacsony hőmérsékleteknél a pszichrométeres mérési eljárás nem alkalmazható, ha a hőmérőpárnál a szellőztetés hiányzik vagy nem megfelelő. A csapadék mérése hajón több nehézséget rejt magában. A hajótest aerodinamikai hatása, a hajó ingadozása és bukdácsolása és a vízpermet befolyása mind hibalehetőséget jelent a mérésnél. Ezeket a hatásokat a

műszer konstrukciójával, elhelyezésével és felfüggesztésével lehetséges csökkenteni. Az 1. ábrán látható a hajók fedélzetén általánosan használt kettős tengelyű műszer felfüggesztési mód elvi vázlata. Megfelelő tömegű ellensúly alkalmazásával a hajó oldalirányú ingadozása és hosszirányú bukdacsolása nem befolyásolja a műszer felfogófelületének állandó vízszintes elhelyezkedését. Egyszerűbb kivitelnél olyan megoldást is alkalmaznak, amelynél a magasabb árbc tetejére kúpos



1. ábra: Hajók fedélzetén használatos kettős tengelyű felfüggesztési módszer vázlata. Az egyik tengely párhuzamos a hajó hossz tengelyével

kiképzésű felfogót szerelnek fel, s ebből a csapadék műanyag csövön folyik le a fedélzeti szinten lévő gyűjtőedénybe. Öníró csapadékmérőket is kifejlesztettek hajók részére. A mechanikus kivitelnél általában minden 20 mm csapadék után automatikusan üríti a tar-

tályt egy szifon rendszer (mint a Hellmann rendszer-nél is). Az elektromos kontakt típusnál a csapadék egy szűk nyíláson folyik keresztül a gyűjtő tartályba. 0,5 mm csapadék begyűjtése után az emelkedő vízszint egy tű hegyét éri el, amire elektromos kontaktus jön létre egy áramkörben. Ez a kontaktus részben mérő impulzust szolgáltat a regisztráló felé, részben elektromos ürtő berendezést hoz működésbe. Az ürtés megtörténte után a feltöltési folyamat a műszeren belül folytatódhat.

A csapadék mérését hajón hat óránként végzik. A rögzített vagy álló tengeri állomásokon (világítóhajó, bója, meteorológiai hajó, stb.) a csapadék mérési eljárás egyszerűsödik, a jármű mozgását nem kell figyelembevenni.

A tenger-felszín hőmérséklete több módon is mérhető. A mérésnek a felszín közeli átkeveredett vízréteg viszonyait kell reprezentálnia. Főbb módszerek:

- A tenger felszínéből vett vízminta hőmérséklete a fedélzetén a hagyományos módon, közvetlenül mérhető (pl. egy vödör víz hőmérséklete higanyhőmérővel).
- A hajó hajtóművei részére folyamatosan hűtővizet szív be egy csőrendszeren át a felszín közelében. A beömlési ponton akár szakaszosan, akár elektromos távméréssel folyamatosan mérhető a víz hőmérséklete, ami többnyire jól megfelel a felszín hőmérsékletének.
- Elektromosan is regisztrálható a felszín hőmérséklete a hajótest mel-

lett úsztatott ellenállás-hőmérő vagy termisztor segítségével.

- Végül infravörös sugárzásmérővel a fedélzetről közvetlenül mérhető a tenger felszín felső 1-2 mm-ének hőmérséklete. Ez az utóbbi módszer még nem számít rutin-mérésnek, ezt jelenleg kutatóhajókon alkalmazzák.

Az összehasonlító vizsgálatokból kitűnt, azok a módszerek adják a legjobb eredményeket, amelyek közvetlenül a tengervízben végzik el a mérést (pl. az elektromos módszer). A tengervíz hőmérsékletét szintén 0,1 C° pontossággal szükséges mérni. A hajókon alkalmazható műszer típusa függ a hajó kivitelétől, méretétől, céljától. A legújabban használatba került infravörös sugárzásmérő működése azon alapszik, hogy a testek hőmérséklete a kisugárzott energiával, illetve a sugárzás hullámhosszával arányos. A megfigyelő hullámhosszra érzékeny felfogóval a sugárzó test hőmérséklete távolról is mérhető. Tengeren az infravörös módszerrel nyert hőmérsékleti adat elsősorban az óceán „bőrfelszínére” érvényes. Szélcsendes időben, amikor a felszíni vízrétegek átkeveredése nem intenzív, a felső néhány centiméterben igen jelentős gradiens jöhet létre (hasonló jelenség állóvizeknél pl. a Balatonban is tapasztalható úszás, fürdés közben).

Az óceáni hullámok nagyságát, periódusát és irányát is észlelés útján lehet megállapítani. A tengeri hullámok nagyságának közlésére öt beosztású skála használatos. Háborgó: 2,5 - 4 m-es hullámok; nagyon háborgó: 4 -

- 6 m-es hullámok; magas: 6 - 9 m-es hullámok; nagyon magas: 9 - 14 m-es hullámok; rendkívüli: 14 m-nél nagyobb hullámok.

Ha a fenti öt kategória valamilyen okból semmiképpen nem használható, a „zavaros” megjegyzést alkalmazzák. A hullámok irányát a hajó tájolójával egyértelműen meg lehet határozni.

Végül a jégviszonyokat szintén megfigyelés útján lehet rögzíteni. Tengeren az úszó jég számos formájával lehet találkozni. Amikor a tenger felszíne fagy be, az így előálló jeget „tengeri jégnek” nevezik. Ettől különbözik a „folyókból származó jég” és a „szárazföldi eredetű jég”. A folyókból származó jég a torkolatok közelében gyűlik össze, de kikötőkben is sok gondot okoz a hajók tevékenységében. A szárazföldi eredetű „jéghegyekről”, amelyek a nyílt tengerekre is kisodródhatnak még külön szólnunk.

Mindkét jégfajta, a jéghegy és a tengeri jég is veszélyes a hajózásra és befolyásolja a navigációt. A tengeri jég az energiakicserélődési folyamatokat is befolyásolja. A tengerekben a jég által befedett terület évről évre jelentősen változik és nagymértékben befolyásolja a szomszédos óceáni területek légterét és ezzel áttételesen a Föld nagy területek fölötti időjárását. A jég területi eloszlása tehát a meteorológusokat és óceánográfusokat egyaránt érdekli. Ujabban a műhold-képek jelentősen kiszélesítették a tengerek jéggel való borítottságára vonatkozó ismereteinket, a műhold/képek földiazonosításában azonban pótolhatatlanok a tengerparti állomások, hajók és repülő-

gépek megfigyelősei. Az úszó jég műszeres mérésére az egyetlen lehetőség a hajókon szokásos radar berendezés vagy repülőgépen alkalmazott nagylátószögű radar, passzív mikrohullámú érzékelővel kiegészítve.

A tengeri jég alakja és fejlettsége helyről-helyre igen eltérő. Az első megfigyelhető forma, a víz felső néhány centiméterében megjelenő kis jég szemek vagy lemezek. Ha a lehülés folytatódik, a jég „grízes, kásás” lesz és színe matt-fehér. Ha nulla fok körül még van jégmentes felszín a tengeren és a hó is esik, lucskos, vizes hófelszín alakul ki. További hűlés hatására a lehülés mértékétől és a tenger sótartalmától függően egyenletes, réteges jégbevonat keletkezik. Gyenge szél a folyamatot felgyorsíthatja. Ilyen körülmények között maximálisan 10 cm-es jégréteg alakulhat ki. A szél és hullámzás hatására a kialakult jégréteg összetöredezik és egymásra halmazódva ismét összefagy. Ezen a módon maximálisan 30 cm-es, mostmár egyetlen felületű jégréteg állhat össze.

A következő fejlődési fokozatban 30 cm-től 2 m-ig növekedhet a tengeri jég vastagsága. Az „egyéves jég” a vázolt módon 30-70 cm-es vastagságot érhet el. Az egyéves jég, ha a következő tél kezdetekor a poláris vidéken reked, a tél közepét 70-120 cm-es rétegben és a tél végét közelítőleg 2 méteres rétegvastagságban érheti meg. A vastag, egyéves jeget, ha túlélte a nyári olvadási szakaszt is, már mint „öreg jeget” definiálják. Ezt a kategóriát azután felosztják kétéves és több éves jég elnevezésekre, attól függően,

hogy hány nyarat vészt át a réteg. Az öreg jég vastagsága 1,2 és 3 m között változhat az évenkénti olvadási periódus korábbi vagy későbbi kezdetével kapcsolatosan. Az öreg jég felszíne kékes, ellentétben az egyéves jég zöldes színével.

A tengeri jeget – mozgása szempontjából – alapvetően két típusba lehet sorolni. Az egyik típus a „jégtábla”, amely folyamatosan mozog a szél és a tengeri áramlások hatására, a másik az „álló jég”, amely főleg a kontinensek partjaihoz, szigetekhez csatlakozva áll. A jégtáblák a széllal együtt mozognak, azonban a Coriolis erő eltérítő hatására az északi féltekén kb. 30°-kal jobbra, a délin pedig balra térnek el a talajszél tényleges irányától. Mivel a talajszél maga is geosztrófikus szél, ezért általánosan kimondhatjuk, hogy a jégtáblák az izobárokkal párhuzamosan mozognak.

A „jéghegyek” nagytömegű úszó jég halmazok, amelyek a sarki jégtakaróból törtek le és mozognak a széllal az egyenlítő felé. A jéghegy mérete a víz alatt, a kiálló rész magasságához viszonyítva széles határok között változik. A grönlandi és antarktikus eredetű jéghegyeknél a víz alatti és feletti rész aránya nagyon eltérő lehet. Az arktikus jéghegyeknél tipikus az 1 : 8 arány. A jéghegyek mérete három úton csökkenhet: „borjadzással” (vagyis nagyobb rögök törnek ki az oldalából), olvadással és a hullámok eróziója útján.

A jéghegyek rosszul verik vissza a radar hullámokat, a tenger hullámzása és más hatások sokszor elfedik a képernyőn a jéghegyek ké-

pét. A jéghegyek tengerszinten történő műszeres jelzése ezért rendkívül nehéz feladat.

A tengeri jég megfigyelésére és jelzésére a WMO külön részletes utasítást állított össze, amit minden poláris területen közlekedő jelzőhajó egységesen használ. Az utasítás alapján megadható a jég kora, vastagsága, mennyisége, formája, mozgása. A jéghegyek az éjszakai és rossz látási viszonyok közötti navigálásnál nagy veszélyt jelentenek. Ezért jelentősek a nagyterületről származó sűrű és pontos jégjelentések. A jégjelentéseket nyílt szövegben vagy kódban is lehet továbbítani. Nemzetközi használatra a WMO egy egyszerűbb ötszámjegyes ICE csoportot dolgozott ki és ajánl a SHIP jelentések kiegészítésére. Az ICEAN kód kimondottan a tengeri jég analízisére és előrejelzésére kifejlesztett kódforma. Az ICEOB pedig a jégfigyelő szolgálatok specialistái részére szolgáló nagyon részletes megfigyelési anyagot tartalmazza.

A tudományos hajóflotta

A Szovjetunió teljes tudományos hajóflottája három részből tevődik össze. A Hidrometeorológiai Szolgálatnak jelenleg 13 db hidrometeorológiai célú óceánjáró kutatóhajója van. Ezen felül a folyók és partmenti vizek, illetve a nagy tavak kutatására kisméretű, állandó tartózkodásra fel nem szerelt hajók egészítik ki a vízen mozgó kutatóbázist. Az Arktikus és Antarktikus Intézetnek kutató és szállí-

tóhajói (PROFESSZOR VI-ZE, OB, stb.) vannak, amelyek a pólusok, illetve pólusi területek hidrometeorológiai és általános természet-tudományos kutatásának segítését végzik. Végül a Tudományos Akadémia hajóflottájának hajói elsősorban az úrkutatás céljait szolgálja, mint komplex, mozgó földi irányítóközpontok. A JURIJ GAGARIN zászlóhajó vezetésével a SZERGEJ KOROLEV és a VLAGYIMIR KOMAROV e flotta legimpozánsabb és legjelentősebb hajói. A felsorolt három hajó felszereltsége olyan, hogy segítségükkel az összes szovjet űrobjektum földről történő automatikus irányítása, illetve adásainak vétele bármely óceánról végrehajtható.

A Hidrometeorológiai Szolgálat óceánjárói közül nyolcnak Vlagyivosztok az állandó kikötője. A csendes-óceáni tudományos flotta zászlóshajója a SIRSOV AKADEMIKUS. E hajón kereken 30 jófelszerelt laboratórium áll rendelkezésre a mindenkor előírt tudományos feladatok végrehajtásához. A meteorológiai laboratórium a jelen ismertetés első részében felsorolt munkát végzi az utak során folyamatosan, kiegészítve azt még a napsugárzás komponenseinek állandó regisztrálásával. A rádiószinoptikus laboratórium a szinoptikus hírközpont feladatát látja el: itt történik az igényelt térképekhez az alapanyag és a faksimile térképanyag rádiós vétele. A szinoptikus laboratórium a mi időjárás előrejelző szolgálatunk munkájához hasonló feladatokat lát el, részben a többi tudományos program végrehajthatóságá-

nak, részben pedig későbbi szinoptikus adatfeldolgozás és kutatás céljából. Az *aerológiai* és *aerológiai rádiólokációs* laboratóriumok rendszeres magaslégköri méréseket végeznek szintén azonnali adatfelhasználással (a hajón, illetve SHIP-távíratok formájában) és kutatási célból. A mérés RKZ rádiószondával történik. A méréseket időnként speciális programokkal egészítik ki: így pl. sugárzás egyenleg szondázással, vertikális ózonméréssel stb. Az RKZ antenna rendszere, a hajótest hullámváz miatti mozgásának ellensúlyozására, stabilizált toronyban nyert elhelyezést. E módszerrel háborgó tengerfelszínen is kielégítő pontosságú magassági szélméresek valószínűsíthetőek. A *ballontöltő* laboratórium - amelyben kizárólag hélium töltőgázt használnak biztonsági szempontból - szintén a magaslégköri méréseket segíti. A *műhold* laboratórium a szovjet és amerikai meteorológiai műholdak TV és infravörös tartományban készült felvételeit veszi és készíti elő további szakmai felhasználásra. A *rádiólokációs*, vagy radar laboratórium MRL1-es lokátorral (szintén stabilizált antenna toronnyal) méri a hatókörzetébe tartozó térség csapadék mennyiségét. A hajó hátsó fedélzetéről kétféle típusú meteorológiai rakétát lehet felbocsátani: 50, illetve 75 km magasságig. A kilövő állvány megfelelő kiegészítésével kétlépcsős, 100 km-ig felhatoló rakéta is indítható a hajótatról. E munkát három laboratórium közösen végzi, a *rakéta előkészítő, irányító és távmérési* laboratórium. Kutatási célokat szolgál a *felhő*

fizikai laboratórium, amely a felső fedélzeten elhelyezett speciális mintavevő műszerei segítségével csapadék és felhőfizikai méréseket tud végezni tengeri környezetben. Az *ionoszféra* laboratórium a felsőlégkör elektromos állapotát kutatja szovjet gyártmányú műszereivel. A légköri radioaktivitás vizsgálatát a *mintaelőkészítő, radiokémiai és radiometriai* laboratóriumokban végzik.

A tenger, illetve óceán kutatására szolgáló laboratóriumokat csak felsorolom, miután tevékenységük részletezése nem tartozik jelen ismertetésünkbe. Hidrológiai célokra az alábbi lehetőségek állnak rendelkezésre: *hidrográfiai, hidrológiai, hidrokémiai, hidroakusztikai, hidroradiológiai, hidroradiokémiai* laboratóriumok. A *rádiótechnikai, foto és számítástechnikai* laboratórium - benne egy MINSZK-22-es számítógéppel - a hajó összes tudományos feladatának megoldását segíti. A kisegítő laboratóriumok munkájával egy-egy hajóút végén az összes mérési adat rendezett formában lyukszalagon és a számítógép sornymatatójával tabellált formában nyomdakészen kerül átadásra. Az itt fel nem sorolt laboratóriumok nem képviselnek önálló vizsgálati területet, a fő feladatok elvégzését segítik elő elsődlegesen. A SIRSOV kereken 6000 BRT vízkiszorítású, 124 m hosszú, 16 m széles és 14 m magas hajó. A másik kutatóhajó - melyet alkalmam volt tanulmányozni - az OKEAN, a zászlóshajónál kisebb. Vízkiszorítása 4000 BRT, hossza 107 m, szélessége 14 m, magassága pedig

12,5 m. E hajónak csak 10 laboratóriuma van, sorban az alábbiak: meteorológiai, rádiószinoptikus, szinoptikus, aerológiai, aerológiai rádiólokációs, hidrológiai, hidrokémiai, radiokémiai, radiometriai és foto laboratórium. A rádiószinoptikus laboratórium a hajó zenitjén mindenkor áthaladó meteorológiai műholdak vételét is végzi. A felsorolt laboratóriumok egy része szükség szerint más célra is használható.

Néhány sorban ismertetem a hajók navigációs műszereit is. E műszerek pontossága és megbízhatósága az alapfeltétele a különböző szakmai feladatok végrehajtásának. A hajó tevékenysége, mozgása során minden időpillanatban szükséges ismerni a pontos földrajzi koordinátákat, valamint a helyi és világidőt. A hajó ügyeletes navigációs tisztjének elsőrendű feladata, hogy folyamatosan rögzítse a földrajzi adatokat. E célra többféle rendszerű műszer-csoport áll rendelkezésre. A szovjet kutatóhajókon két, de inkább háromféle módszert alkalmaznak párhuzamosan a földrajzi koordináták megállapítására, részben a módszerek egymás közti ellenőrzésére is. Ezek az *optikai, a rádiós, és a műholdas* navigációs módszerek. Az optikai módszerek az égitestek járásának műszeres mérésén alapulnak, kialakulásuk még a nagy földrajzi felfedezések kezdeti korára esik. Szextánszal mérik a Nap, vagy az álló csillagok delelési magasságát, és pontos óra, valamint táblázatok segítségével állapítják meg a földrajzi koordinátákat. E módszerhez tartozik a kereső teodolitos módszer

is, amikor a partvonal egyes pontjainak szögmérésével lehet a hajó helyzetét rögzíteni. A hajó a pontos északi irányt állandóan működő giroszkóp rendszerrel vízi magával támaszpont kikötőjéből. A hajó gyomrában lévő giroszkóp gépterem szigorúan elzárt része minden hajónak.

A rádiós módszerek közé tartozik az egyszerű rádiós iránymérő adók (goniométerek) vétele. Három különböző, ismert helyen lévő rádióadó irányának mérése után a hajó helyzete térképen kijelölhető. Ennél bonyolultabb módszer, amikor nagy távolságú irányadó párokból induló rádióhullám futási idejének különbsége alapján történik a helymeghatározás, nagyrészt automatikusan (a SIRSOV-on a LORAN-C rendszert, az OKEAN-on az OMEGA rendszert használták). Legújabbban a tengeri nagyhatalmak több műholdból álló navigációs világrendszer hoztak létre. A hajó fedélzetén elhelyezett vevőberendezés automatikusan veszi az éppen közelben tartózkodó műhold jelzéseit, és méri a jeleket hordozó rádióhullám futási idejét is. E kiinduló adatokból a berendezés számítógépe kiszámítja a hajó tényleges földrajzi koordinátáit 100 m-es pontossággal. Folyamatos vétellel megadja a hajó sebességét, irányát, sőt haladási irányának eltérését a tervezett út-iránytól, ezen felül a pontos időt GMT-ben és egyéb, a navigálás szempontjából szükséges adatokat. Lenyűgöző látvány a hajó hídján állva figyelni a berendezés zölden világító digitális kijelzőjén a hajó haladásával párhuzamosan változó koor-

dinája értékeket vagy egy-egy nagyobb hullám után a kijelzett sebesség érték gyors megváltozását, tudva, hogy mindez műholdak segítségével történik.

E hajók beszerzése és fenntartása a Szovjetuniónak igen jelentős költségeket jelent. A jelzett méretű hajók beszerzési ára 1 millió dollárt tesz ki, évi fenntartási

költségük pedig 0,5 millió dollárt. A hajók szakmai felszerelési költségeit ezek az összegek nem tartalmazzák. A tudományos hajóflotta léte jól példázza a Szovjet-

unió törekvését, minden erővel hozzá kíván járulni a WMO koordinált, hasznos és békés tevékenységéhez.

Dr. Simon Antal

K I S L E X I K O N



FOLYÓIRATUNKBAN ELŐFORDULÓ METEOROLÓGIAI SZAKKIFEJEZÉSEK MAGYARÁZATA

Légköri optika

(1780-1795) Societas Meteorologica Palatina)

A légkör fényjelenségeit vizsgáló tudományág. Ilyen jelenségek: az ég-kékség, szivárvány képződés, napkelte és napnyugta színei.



Ireverzibilis változás

(Az antropogén tevékenység hatása a légkörre)

A rendszer olyan termodinamikai állapotváltozása, amelynek során a rendszer nincs minden időpillanatban termodinamikai egyensúlyban. Az irreverzibilis folyamat eredményeként a rendszer és környezetének entropiája növekszik.



Troposzféra

(Az antropogén tevékenység hatása a légkörre).

A Föld légkörének legalsó változó vastagságú - a sarkvidéken 9-10 km, az Egyenlítőn 18-20 km - rétege,

amelyben a hőmérséklet a magassággal csaknem szabályosan csökken.



Tropopauza

(Az antropogén tevékenység hatása a légkörre).

Határfelület a troposzféra és a sztratoszféra között, amelyet rendszerint a függőleges hőcsökkenés értékének hirtelen megváltozása jellemez.



Sztratopauza

(Az antropogén tevékenység hatása a légkörre).

Az inverziós réteg legfelső része a felső sztratoszférában kb. 50-55 km magasságban.



Teodolit

(Új mérések a meteorológiában V.)

Optikai berendezés, valamely tárgy vagy térbeli pont oldal és magassági szögének

meghatározására. Régebben a rádiószondák követésére is ilyen berendezéseket használtak.



Koaguláció

(A légszennyeződés hatása a Balaton vízminőségére)

Kolloid rendszerben kiscsészék nagyobb részecskékké való egyesülése.



Abszorpció

(A légszennyeződés hatása a Balaton vízminőségére)

A gáz elnyelése folyadékban: ritkábban gáz vagy folyadék elnyelése szilárd testben.



Bioszféra

(A légszennyeződés hatása a Balaton vízminőségére)

Szférikus földi réteg, amely magában foglalja a légkör legalsó rétegét, a tengereket és a talaj felső rétegeit, tehát a Földnek és légkörének azon szféráit, melyben az élőszervezetek természetes módon léteznek.

A 45. BALATONI VIHARJELZŐ IDÉNY KRÓNIKÁJA

Eötvös Károly írja az Utazás a Balaton körül című könyvében: „A Balaton ábránd és költészet, hagyomány... ..büszkeség a múltból és ragyogó jelenség a jövőre.” Ugyanakkor a tudós Cholnoky Jenő azt írta, hogy „akkora tavaknak mint a Balaton még a nevét is alig ismerik Kanadában”. A napjainkban zajló új népvándorlás, a turizmus korában az író jóslata beteljesült és a tudós szerény megállapítását a tények módosították. Ebben az évben (1978) egyetlen nyári napon több, mint 600 ezer látogatót fogadott a tó térsége. Ez arra mutat, hogy a világ minden táján kezdik megismerni a Balatont. A magyar meteorológusok évtizedes igénye a korszerűbb balatoni viharjelzőszolgálat iránt immár nemcsak tárgyalási téma, hanem sürgető közüggé vált. A viharjelzéssel kapcsolatos szolgáltatások határát a riasztórendszer mai állapota jelen-

ti. A meteorológiai szolgáltatások lehetőségei felülmúlják a riasztórendszer kapacitását - így a fejlődés alapkövetelménye a riasztó- és a jelzőrendszer átszervezése, korszerűsítése. A cél egy automatikus riasztó- és jelzőrendszer kiépítése, amely a meteorológiai helyzetfelismerés eredményét a mai mintegy másfél órát kitevő átfutási idő helyett percekre csökkentené. Ez a rendszer módot adna továbbá a veszélyhelyzet megszüntetésének kijelzésére, s ez növelné a strandolási-sportolási idő tartamát.

Az 1978. évi idényre az adott helyzetet felmérve a műszaki és személyi lehetőségek optimális kihasználásával készültünk fel. Még télen, 1978. február 23-án, a Dr. Varga-Haszonits Zoltán a Központi Előrejelző Intézet igazgatója és Sztranyák József rendőrnagy, a Vízirendészeti Rendőrkapitányság vezetője kölcsönös együttműködési megállapo-

dást írt alá a két szervnek a viharjelzés területén történő hatékonyabb munkája céljából. A tizenkét fejezetből álló okmány a felek informálásáról a riasztások szabályozásáig a munka-kapcsolat teljes skáláját rögzíti. Ezt követően összeállítottunk és közreadtunk egy részletes szakmai munkaköri leírást „Utmutatás a viharjelző szolgálat részére” címmel, s elláttuk a viharjelzésénél használatos segédletekkel, időjárási helyzetekre vonatkozó minta-térképanyaggal és szakirodalmi jegyzékkel. A meteorológusok, a vízi-rendőrök és a sportedzők számára továbbképzést tartottunk az együttműködés szellemében, a szakmai leírásoknak megfelelően.

Ilyen előzmények után került sor az 1978. évi viharjelző idény meteorológiai kiszolgálására. A viharjelzés a Központi Előrejelző Intézet munkakollektívájának közös szellemi terméke. A rövidtávú balatoni időjárás-

előrejelzések elkészítése, a képtávírón továbbított térképek lehetővé teszik, hogy a síófoki ügyeletes viharjelző szakember mintegy 36 térkép alapján tájékozódhassék az időjárási helyzetről. E központi anyagot az URH hálózat segítségével gyűjtött úgynevezett VIHAR SPECI táviratok - ki egészítve a dunántúli megfigyelőállomások munkatársainak nyílt szövegű információival - teszik még teljesebbé. Az 1978. évi viharjelző idényben egyébként kerekén 1500 VIHAR SPECI távirat érkezett Síófokra.

Nem mellőzhetjük a felvilágosító munkák kérdését sem. E területen számos - a meteorológiai vonatkozásokon kívülálló - tennivaló akad. A nemzetközi turistaforgalom növekedése immár alapkövetelménnyé teszi, hogy a strandokon és a kikötőkben egységes többnyelvű eligazító tábla figyelmeztesse a közönséget a viharjelzés módjaira és az aktuális tennivalókra.

A távleolvasású szélmérők tervezett felállítása elmaradt. Balatonfüreden ugyan működött egy műszer, de csak szeptemberre került megbízható, működésképes állapotba. A táv-szélmérő hálózat kiépítése ma már alapkövetelménye a viharjelző szolgálat ellátásának.

A jövőt illetően bővítenünk kell a szolgáltatási formákat. A táv-szélmérők segítségével a veszélyállapot feloldását időben tudnók elvégezni, ezzel sok értékes idő szabadulna fel az üdülők és a sportolók számára. Célszerű lenne a szolgáltatásokat a veszélymentes időszakokra is kiterjeszteni. Itt elsősorban a vitorlázók, csónakázók, fürdőzők és hor-

gázok számára adandó szélsébség- és szélirányviszonyokra, továbbá a hullámzásra vonatkozó információszolgáltatásokra gondolunk. A korszerű viharjelentéshez még számos kutatási feladattal is meg kell birkoznunk. Az időjárási radar szolgáltatatta adatok közvetett módon információt adhatnak a veszélyhelyzet lokalizálására, s esetleg a riasztást a tó térségének csak a veszélyeztetett területére kell kiadnunk.

Az 1978. évi idény időjárási szempontból nem volt a legkedvezőbb. Ismeretes, hogy eddig 100 év során nem fordult elő az, hogy minden hónapban átlag alatti hőmérséklet alakult ki. A napsütéses órák száma egy átlagos május havi napfénytartammal volt kevesebb, s a 89 csapadékos nap is sok kellemetlen percet okozott a napozóknak és fürdőzőknek. A II. fokú készültség (piros jelzés) 1077 órán keresztül állt fenn, az idény mintegy 30 %-át tette ki, szerencsére a fennállás nagyrésze az éjszakai órákra esett. Új szolgáltatásnak tekinthetjük az őszi nemzetközi vitorlás bajnokság meteorológiai kiszolgálását, közvetlen URH kapcsolat formájában.

A vázolt előzmények után a 45. viharjelző idény eredményességét, az előrejelzési és riasztási feladatok ellátásának hatékonyságát a bevételek számával szemléltetjük:

időszak	%
május	82
június	83
július	83
augusztus	82
szeptember	81
idény-átlag	82

Az idény folyamán I. fokú (sárga) riasztásra 56 alkalommal tettünk javaslatot;

II. fokú (piros) riasztást 47 esetben adtunk ki.

Az éjszakai szolgálatot létszámihiány miatt nem tudtuk megfelelőképpen megoldani, így az éjszakára kiadott riasztások általában biztonsági rártartást tartalmaztak.

A Balaton térségét előre nem jelzett vihar nem érte, a megelőző vízürendészeti munkákat magas szinten ki-elégítettük. A tónak 1978-ban 10 halálos áldozata volt, közülük 5 személy a kiadott viharjelzés után esett áldozatul. Meg kell jegyeznünk, hogy a balatonboglári tornádóról, illetve annak pontos szélsébségadatairól információk nem állnak rendelkezésünkre. Az ilyen jellegű időjárási képződmények vízszintes kiterjedése oly csekély, hogy két szomszédos szélmérőállomás közötti holtterben haladva legtöbbször egyik mérőállomás szélregisztrátumában sem hagynak nyomot.

Végül köszönet illet a viharjelzésben résztvevő minden munkatársat, figyelmükbe ajánlva A.V. Hill Nobel-díjas tudós szavait: „A tudományos munka alapelve a gondolkodás feltétlen egyenessége, amely a tények tanúságát követi, bárhova vezessenek a kísérteti hiba és a becsületes tévedés határain belül. Ebben nem lehet megalkuvás!”

Dr. Böjti Béla

SZÉLVIHAR A BALATONON

1979. augusztus 4-én heves szélvihar vonult át hazánk területén, a legnagyobb szélsébséget éppen a Balaton térségében figyelték meg. A Balaton környéke egyébként is Magyarország leginkább viharjárta területe. A veszélyességet fokozza a tó viszonylag kis vízmélysége, mert ez okozza a tarajos, átbukó hullámokat, amelyek fölülről árasztják el a vízben úszó személyeket és tárgyakat.

Augusztus 4-ét megelőzően közel 24 órán át egy zivataros hidegfront vesztegelt az Alpok térségében. Így várható volt, hogy az instabilitási vonal és a front mozgását követő nyomáskiegyenlítődéssel együttes hatásaiból igen heves vihar alakulhat ki a Dunántúlon, sőt akár az egész országban is. Augusztus 3-án az Alpok térségében a zivatarok idején 8-10 fok hőmérsékletcsökkenést mértek, a tapasztalatok szerint az ilyen nagyságrendű lehűlések már 25-30 m/s erősségű szélrohamokkal járnak együtt.

A balatoni viharjelző szolgálat felkészült a veszélyes időjárási helyzet előrejelzésére, a riasztásra. A meteorológiai térképeken, a műhold-felvételeken és az időjárási radar felderítésekkel figyeltük a veszteglő időjárási objektumot. A számítógépes előrejelzések augusztus 4-ét veszélyes időjárási helyzetnek minősítették. A hazai meteorológiai szolgálat dunántúli főállomásai folyamatosan, rendkívüli jelentéseket adtak a légnyomás, a szél és a felhőzet alakulásáról. A Magyar Néphadsereg egyik felderítő lokátora is kivette a részét a megfigyelésekből, és folyamatosan informált bennünket a légköri képződmény kiterjedéséről, mozgásáról, magasságáról. A szervezett össz munka eredményeképpen 14.10-kor kiadtuk a viharjelzést - a sárga jelzés már reggel 7 óra óta érvényben volt.

Az első szélroham Keszthely térségét másfél óra múlva (18 m/s) érte el: Badacsony környékén már 24 m/s volt a szélerősség - fél órára rá Siófokot is elérte a már 34 m/s erősségű viharfront. A tavaly július 5-i vihar erősebb volt ugyan a jelenleginél, de mivel most az instabilitási vonal után közvetlenül érkezett a nyomáskiegyenlítődéssel járó szél -, így a vihar időtartama több mint két órára terjedt.

Az események következményeit sokan megírták. A tragédiák oka elsősorban az emberi felelőtlenség és figyelmetlenség volt. A viharjelző meteorológusnak nem maradt más hátra, mint ismételt felhívni az illetékesek figyelmét a viharjelző rendszer korszerűsítésére és az üdülők fokozottabb felvilágosítására.

Dr. Böjti Béla

Az utóbbi években egyre nagyobb gondot okoz a Balaton eutrofizálódása. A tóba kerülő szervesetlen növényi tápanyagok következtében a különböző növények (algák, hínárok stb.) elszaporodnak. A mértéktelen szaporodás következtében felborul a tó biológiai egyensúlya, csökken a víz oxigéntartalma ami esetenként halpusztulást okoz.

Ha az eutrofizáció ilyen mértékben folytatódik, a tóban - mint biológiai rendszerben - olyan változások történnek, melyek visszafordíthatatlanok lesznek. Megoszlanak a vélemények arról, hogy ez mikor következhet be, továbbá mennyire veszélyes a tápanyagdúsulás a tó léte szempontjából. Abban viszont valamennyi Balatonnal foglalkozó szakember egyetért, hogy sürgős intézkedésekre van szükség. Az intézkedések kétirányúak lehetnek. Egyrészt meg kell akadályozni, hogy a szennyezőanyagok a vízbe jussanak, illetve a lehető legnagyobb mértékben korlátozni kell azt. Másrészt, a már meglévő szennyeződéseket el kell távolítani (pl. a fenéküledék, növényzet eltávolítása). A legelső és egyik legfontosabb probléma azonban annak megállapítása, milyen módon kerülnek a szervesetlen növényi tápanyagok a tóba, különös tekintettel a nitrogén és foszfor vegyületeire.

A Balaton szennyeződése sokkal összetettebb probléma, mint eleinte gondolták. Ismerni kell és figyelembe kell venni a különböző földi szférák (hidroszféra, bioszféra, atmoszféra) közötti kölcsönhatásokat, továbbá az emberi tevékenység szennyező hatását az előbb említett szférákra.

Az utóbbi években sikerült kimutatni, hogy a szennyeződések nemcsak a folyók, szennyvizek, parti lefolyások által kerülnek a tóba, hanem a légkör is számottevő mennyiségű foszforvegyületet szállít oda. Hogyan lehetséges ez? A légkör a fő összetevőkön kívül (nitrogén, oxigén, argon, széndioxid) kis mennyiségben nyomanyagokat is tartalmaz, melyeket két csoportra lehet osztani, mégpedig a nyomgázokra és a folyadék vagy szilárd halmazállapotú aeroszol részecskékre. Az aeroszol részecskék mérete általában 30 mikro-

méter alatt van (1 mikrométer egyenlő a méter milliomodrészével). Ezeknek a nyomanyagoknak különböző forrásaik lehetnek, melyek közül legfontosabban egyrészt a biológiaiak (melyek általában a nyomgázokat bocsátják ki) továbbá a talajfelszín, amelyről a nagyobb méretű szilárd részecskék kerülnek a légkörbe, másrészt az emberi tevékenység, mely mind a nyomgázok, mind a részecskék esetén jelentős. Hozzá kell még azonban tenni, hogy számos bioszférából és emberi tevékenység által felszabadult és légkörbe került nyomgáz a levegőben alakul át kémiai úton aeroszol részecskékké.

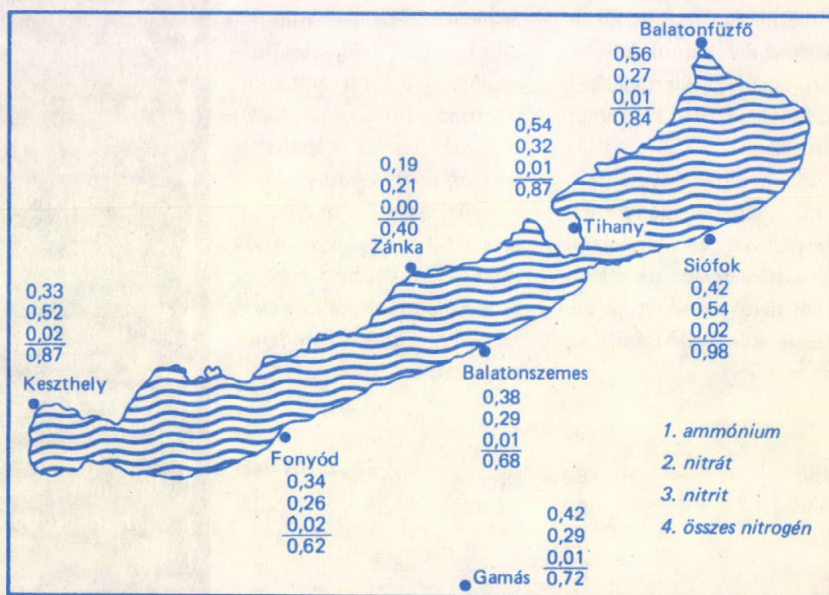
troposzférában közvetlenül nem szennyezett helyeken a légköri aeroszol részecskék vízben oldódható része nagyrészt ammónium-szulfátból áll.

Az előbb említett légköri nyomanya-
gok általában igen kicsi, néhány napos
légköri tartózkodási idővel rendelke-
znek. A légkörből való kihullásuk két-
féle módon történik. A legfontosabb a
csapadék általi kimosódás, amely már
a felhőképződés során megkezdődik.
A felhőelemek keletkezése ugyanis
minden esetben aeroszol részecskéen
(ezen belül is úgynevezett aktív kon-
denzációs magvakon) megy végbe.
Ezek a részecskék általában vízben

A légszen- hat a Balaton ví

Ilyen például a kén-dioxid, a nitrogén-oxidok és az ammónia, melyek ammónium-szulfát és ammónium-nitrát tartalmú részecskékké alakulnak át. Azt már régen sikerült kimutatni, hogy a

oldódnak, tehát a felhőcseppekben már eleve kialakul egy bizonyos nyomanyag-koncentráció. A felhőcseppek ezután koagulációval újabb részecskékké egyesülhetnek és a



1. ábra: A nitrogénvegyületek nedves ülepedésének eloszlása ($\text{tN/km}^2 \text{ év}$)

nyomgázok elnyelésével tovább növekszik a nyomanyag-tartalmuk. A csapadékelemek hullása során a cseppek /vagy kristályok/ további gázmolekulákat és részecskéket mosnak ki, koagulációval és abszorpcióval. A felszínre érkező csapadék tehát meghatározható mennyiségű szervesen iont tartalmaz.

A nyomanyagok kikerülésének másik módja a száraz ülepedés. Az aeroszol részecskék száraz kihullása a gravitációs ülepedés és a turbulens diffúzió által, míg a nyomgázoké csak az utóbbi folyamat által történik. A száraz kihullásnak azonban kisebb a jelentősé-

ra között. A légkör szennyezése illetve szennyeződése ezek szerint vizeink minőségére is kihat. A Balaton esetében további probléma az, hogy térfogatához képest nagy a felülete egyéb tavakhoz viszonyítva. Ez más szavakkal azt jelenti, hogy a nagy felületre hulló tápanyag kis térfogatban oszlik el, nagy koncentrációt okozva a tóban.

Látható, hogy igen fontos annak megállapítása, mennyi nitrogén és foszfor vegyület kerül a tóba a légkörből. Nézzük meg először is, melyek azok a légköri nyomanyagok, melyek ebből a szempontból számításba jöhetnek, és

léptékben kell számolni. A talajból felszabaduló ammónia száraz ülepedéssel és csapadék általi kimosódással kerül a talajra és a vízfelszínre vissza. Az aeroszol részecskék által elnyelt ammónia, mely a vízzel való kölcsönhatás során ammónium ionná (NH_4^+) alakul, a részecskék száraz és nedves ülepedésével kerül a felszínre.

Sok tekintetben hasonló a nitrogén-oxidok (nitrogén-monoxid, NO és nitrogén-oxid, NO_2) viselkedése is. Az anaerob denitrifikáció miatt a talajból felszabadult nitrogén-monoxid a levegőben nitrogén-dioxiddá alakul át, mely az ammóniához hasonló módon távozik a levegőből. A nitrogéndioxid vizes fázisban (aeroszol cseppekben) nitrit (NO_2^-) és főleg nitrát (NO_3^-) ionokká alakul át. A nitrogén-oxidok az ammóniával ellentétben már jelentős emberi forrásokkal rendelkeznek, különösen a nitrogén-dioxid. Ilyen lehet többek között a közlekedés, az ipar és a fűtés.

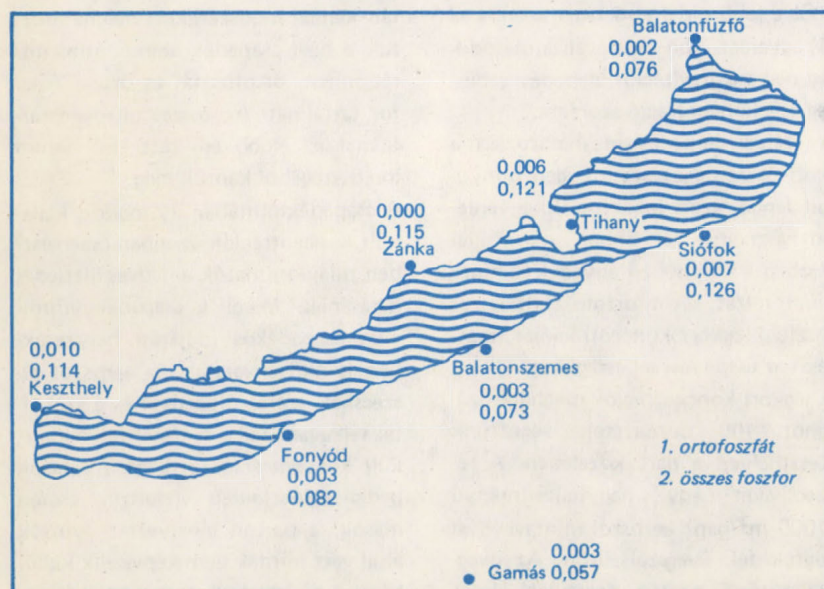
A foszforvegyületekkel más a helyzet. A foszfor ugyanis, mivel nincs stabil gázhalmazállapotú vegyülete, csak aeroszol részecskékhez kapcsolódva létezik a légkörben. Hazai körülmények között a legjelentősebb légköri foszforforrás a talaj. A talajrészecskék ugyanis fizikai úton a levegőbe kerülhetnek (ún. talajeredetű por) aeroszol részecskéket alkotva. Ezek a részecskék azonban igen nagy méretűek, ezért nagy a gravitációs ülepedésük, ebből következik, hogy tartózkodási idejük kicsi. Ez azt jelenti, hogy csak közeli szennyezőforrásokkal kell számolni. Nitrogénvegyületek esetében, tekintve, hogy ezek gáz halmazállapotban és kisebb méretű részecskékben vannak, távolabbi, az országhatáron túli szennyezőforrások is szerepet játszhatnak. Meg kell jegyezni, hogy a foszforvegyületek nagyobb jelentőséggel bírnak a nitrogénvegyületekhez képest, mert koncentrációjuk jóval kisebb a természetben, így a növények növekedése szempontjából minimumfaktorként viselkednek.

A légkörből a Balatonba jutó nitrogén és foszfor mennyiségének megállapítása céljából a Központi Légkörfizikai Intézet Levegőkémiai Osztálya már

nyeződés ása zminőségére

ge, mint a nedvesnek, ugyanis kevesebb nyomanyagot szállít a felszínre. Előbbiek szerint tehát a légkör közvetítő közegként szerepel a bioszféra (beleértve az embert is) és a hidroszfé-

hogyan kerülnek ezek a légkörbe. Az ammónia gáz (NH_3) főleg biológiai eredetű, a szerves anyagok bomlásakor keletkezik a talajban. Emberi eredetű ammónia szennyeződéssel csak helyi



2. ábra: A foszforvegyületek nedves ülepedésének eloszlása (tP/km² év)

évek óta végez vizsgálatokat. Ezeket gyakorlati szempontból három részre lehet osztani, mégpedig a nitrogéntartalmú nyomgázok száraz ülepedésének, az aeroszol részecskék száraz ülepedésének és a csapadékvíz kémiai összetételének vizsgálatára. Utóbbiból a nitrogén és foszfor vegyületeinek nedves ülepedése számítható ki.

a./ a nitrogéntartalmú nyomgázok száraz ülepedése

A nyomgázok ülepedése turbulens diffúzióval történik, melyet a következő összefüggéssel lehet leírni:

$$d_{sz} = -k_z \cdot \frac{dc}{dz} \quad (1)$$

ahol d_{sz} az időegység alatt egységnyi felületre ülepedő gáz mennyisége, k_z a turbulens diffúziós együttható, c a nyomgáz légköri, talajközeli koncentrációja, z a magasság; dc/dz tehát a koncentráció-gradiens.

Tekintettel a Balaton vizének lúgosságára, ammónia elnyelődéssel valószínűleg nem kell számolni. A nitrogén-monoxid száraz ülepedése más vizsgálatok szerint elhanyagolható. Marad tehát a három nitrogén tartalmú gáz közül a nitrogén-dioxid. A levegőben 78 %-ban jelenlévő molekuláris nitrogén (N_2) nem játszik szerepet az eutrofizációban, ugyanis a növények számára hozzáférhetetlen.

A fenti összefüggés szerint, ha meghatározzuk a turbulens diffúziós együtthatót és a koncentráció-gradienst, kiszámítható a nitrogén-dioxid száraz ülepedése. E célból 1978 nyarán Tihanyban több mérést végeztünk a Balaton felszínén, a parttól kb. 1 km távolságban. Egyidejűleg mértük a levegő nitrogén-dioxid tartalmát 0,5 és 2 m-es szintekben, továbbá a száraz és nedves hőmérsékletet, a szélesebséget és a szélirányt. A levegő NO_2 tartalmát speciális elnyelő oldattal fogtuk fel, melyet azután kémiai módszerekkel analizáltunk. Az elnyelő oldaton átszívott levegő mennyiségének ismeretében megkaptuk a légköri nitrogén-dioxid koncentrációt (mikrogramm/ m^3) két szintben, melynek segítségével kiszámítottuk az átlagos koncentráció-gradienst. A meteorológiai adatokból

pedig kiszámítottuk a turbulens diffúziós együtthatót. Az (1) összefüggés segítségével megállapítottuk a száraz ülepedés mértékét a mérési időszakra vonatkoztatva. A célból, hogy egész évre általánosíthassunk, kiszámítottuk az NO_2 ülepedési sebességét az alábbi képlet szerint:

$$v_{sz} = \frac{d_{sz}}{c_0} \quad (2)$$

ahol v_{sz} a száraz ülepedési sebesség, d_{sz} a száraz ülepedés, c_0 a nitrogén-dioxid talajközeli koncentrációja. Ez az ülepedési sebesség már egész évre vonatkozatható. Ha most a (2) összefüggés alapján a kapott ülepedési sebességet megszorozzuk az éves átlag, nitrogén-dioxid koncentrációval (melyet a KÖJÁL adatai alapján határoztunk meg) megkapjuk az éves ülepedést. Ennek értéke, az egész Balaton felületére vonatkoztatva (kb. 600 km^2), 15 tonna/év, nitrogén tartalomban kifejezve. Fenti vizsgálatokat Várhelyi Gabriella végezte.

b./ a nitrogén és foszfortartalmú aeroszol részecskék száraz ülepedése

Az aeroszol részecskék száraz ülepedése részben turbulens diffúzió, részben gravitációs ülepedés miatt történik. Ezt a következő összefüggéssel lehet leírni:

$$d_{sz} = -k_z \cdot \frac{dc}{dz} + v \cdot c \quad (3)$$

ahol a jobb oldal első tagja azonos az (1) egyenlet jobb oldalával, a második tag pedig a gravitációs ülepedési sebesség és a koncentráció szorzata.

A száraz ülepedés meghatározása a fenti összefüggés szerint igen bonyolult lenne, ezért inkább a (2) egyenletet használtuk fel. Ehhez ismerni kell részben a különböző anyagok (ammónium, nitrát, nitrit, ortofoszfát, összes foszfor) légköri koncentrációját, másrészt az ülepedési sebességüket.

A légköri koncentrációk meghatározásához 100 mintavételt végeztünk Keszthelyen a part közelében. A részecskéket egy nagyteljesítményű (1000 m^3 /nap) aeroszol mintavevővel fogtuk fel, üvegzsálszűrőn. Az üvegzsálszűrőről ezután desztillált vízzel kioldottuk a vízben oldható részecské-

ket (ammónium, nitrát, nitrit és ortofoszfát, PO_4^{3-}) illetve kénsavas ronszolással oldatba vittük az összes foszfor tartalmát.

Szükség volt még az ülepedési sebességre, a vízfelszín fölött. Mivel ez függ a részecskék méretétől, meg kellett állapítani a nagyság szerinti eloszlásokat. Ezt részben irodalmi adatok alapján, részben mérések segítségével határoztuk meg. Ugyancsak az irodalomból vettük az ülepedési sebesség függését a részecskék nagyságától.

Fenti adatok alapján meghatároztuk a részecskék vízfelszínre történő száraz ülepedését, melynek értékei az 1. táblázatban vannak feltüntetve. Ezeket a vizsgálatokat Mészáros Ágnes végezte.

c./ a nyomgázok és aeroszol részecskék nedves kimosódása

A nedves ülepedés mértékének megállapításához 1976 elején balatoni csapadékmintavevő hálózatot hoztunk létre az ábrákon feltüntetett helyeken. Ezek az állomásokon havi csapadékmintákat gyűjtöttünk a kémiai analízis számára, speciális gyűjtőberendezéssel. A szabvány csapadékmérő nem alkalmas a mintavételre, mert annak anyaga kölcsönhatásba lép a gyűjtött csapadékkal, ami a kémiai analízisben hibát okoz. Ezért a berendezést úgy alakítottuk ki, hogy a csapadékvíz csak műanyag felülettel érintkezzen. Ez kémiailag nem lép reakcióba a mintával. A kapott havi csapadékmintában azután kémiai módszerekkel meghatároztuk a havi csapadék ammónium, nitrát, nitrit, ortofoszfát és összes foszfor tartalmát. Az összes nitrogén tartalmát az előbb említett első három ion összegéből kaptuk meg.

A csapadékmintában ily módon kialakult koncentrációk azonban csak részben tulajdoníthatók a nedves ülepedés hatásának. Mivel a csapadékgyűjtők nem csapadékos időjárási helyzetekben is nyitva vannak, az aeroszol részecskék száraz ülepedése és a szél által felkavart por is hatással van a kialakult koncentrációkra. Ezek a hatások pedig valószínűleg vízfelszín esetén mások, a parton elhelyezett gyűjtők által vett minták nem képviselik kellőképpen a vízre hullott csapadék összetételét. Ezt a hibát olyan gyűjtőberen-

I. táblázat:

A különböző szervesetlen növényi tápanyagok száraz és nedves ülepedése az egész Balaton felületére.

t/év	d_{sz} száraz	d_n nedves	$d_{sz} + d_n$ összesen
ülepedés N-ben kifejezve			
NO_2^-	15	-	15
NH_4^+	58	237	295
NO_3^-	83	200	283
NO_2^-	3	8	11
Összes nitrogén	159	445	604
P-ben kifejezve			
PO_4^3	3	2	5
Összes foszfor	7	57	64

dezással (automata csapadékmintavevővel küszöböltük ki), amely egy fedővel elzárja a mintavevő edényt. Ez a fedél csapadékhullás kezdetén automatikusan kinyílik, végén pedig becsukódik. Az ily módon gyűjtött csapadékvízben kialakult nyomanyagkoncentrációkról már elmondhatjuk, hogy jól jellemzik a nedves ülepedés hatását. Az automatikus csapadékmintavevőt a KLFI Fenntartási osztályának dolgozói tervezték és kiviteleztek.

Ilyen típusú zárt mintavevőt két állomáson helyeztünk el, Keszthelyen és Tihanyban. A nyitott és zárt mintavevők párhuzamosan működtek. A zárt gyűjtőben általában kisebb nyomanyagtartalmakat mérünk, mivel ezek csak a nedves ülepedést mérik, a száraz kihullás és a talajeredetű por nélkül.

A kétféle mintavevő mintáinak koncentráció-arányából kiszámítottunk egy szorzószámot, melyet a többi állomásnál használtunk fel. E szorzószám használatával ki tudtuk küszöbölni a száraz ülepedés és a por hatását.

A mintavevők mellett egyébként elhelyeztünk egy szabvány csapadékmérőt is, a havi csapadékmennyiség megállapításához.

Könnyen beláthatjuk, hogy ha a havi minta koncentrációja az adott szervesetlen nyomanyagra nézve c_i mg/l, a csapadékmennyiség pedig p mm/hó,

(1 mm egyenlő 1 liter/m²) akkor a két mennyiség szorzata a nedves ülepedést adja meg mg/m² hó-ban kifejezve:

$$d_{sz} = p \cdot c_i, \quad (4)$$

ahol d_{sz} a havi nedves ülepedés az i anyagra nézve. Ezt természetesen át kell számolni egy évre és a Balaton felületére vonatkozólag. Ezek az értékek a különböző szervesetlen növényi tápanyagokra az I. táblázatban láthatók, a nyolc balatoni állomás átlagát felhasználva.

Érdemes megfigyelni a nitrogén és foszforvegyületek ülepedésének térbeli eloszlását. A 1. ábra szerint a Balaton északkeleti medencéjében nagyobbak a nitrogén ülepedések. Ez arra enged következtetni, hogy a nitrogén szennyeződés egy része ipari eredetű. A nagyobb ipari üzemek ugyanis ilyen irányban helyezkednek el (pl. a fűzfői NITROKÉMIA stb.). Ugyancsak megfigyelhető, hogy a nagyobb településeken (Siófok, Keszthely) mértük a legnagyobb ülepedéseket. Ez a közlekedés hatásával magyarázható. A kipufogógáz nitrogén-dioxid tartalma ugyanis a csapadékvízben nitráttá alakul át. Megfigyelhető, hogy e két helyen kétszer akkora nitrát ülepedések vannak, mint a többi állomásokon. A tóba ülepedő nitrogén jelentős része tehát az emberi tevékenység hatása. Más a helyzet azonban a foszfor vegyületek-

kel. A 2. ábra szerint ugyanis a nitrogénvegyületekkel ellentétben nem vehetünk észre jellemző térbeli eloszlást. A foszfornál tehát inkább helyi hatások érvényesülnek. Feltehető, hogy a foszforvegyületek nagy része műtrágya eredetű.

Megvan tehát a száraz és a nedves ülepedés, az összes számottevő koncentrációjú nitrogén és foszfor vegyületre. Ezekből egyszerű összegzéssel megkapjuk az összes ülepedést. Ez szintén az I. táblázatban látható, Mészáros Ernő összeállítása alapján.

A táblázatból leolvasható, hogy évenként 604 tonna nitrogén és 64 tonna foszfor hullik a tóra közvetlenül a légkörből, különböző vegyületek formájában. A kérdés az, hogy ez az érték sok vagy kevés a többi szennyező forráshoz viszonyítva. Ezt ma még sajnos nem tudjuk. A többi szennyezőforrás által évenként a tóba juttatott tápanyag mennyiségét ugyanis eddig még nem tudták kellő pontossággal megállapítani. Viszonylag elfogadható adataink vannak a folyók, patakok által szállított anyagmennyiségre. Ha ezeket vesszük, akkor megállapítható, hogy a légkörből kb. negyedannyi foszfor és kb. feleannyi nitrogén kerül a Balatonba, mint az előbb említett folyók, patakok által. Ehhez természetesen még hozzá kellene venni a parti lefolyások, szennyvizek hatását is, amit még nem ismerünk. Nem valószínű azonban, hogy ez olyan nagy mértékű, ami mellett elhanyagolható lenne a légköri hatás.

Arra kell tehát törekedni, hogy teljesen megismerjük a Balatont szennyező forrásokat mennyiségileg és minőségileg is. Összefogott kutatásokra van szükség annak érdekében, hogy megakadályozzuk a Balaton teljes pusztulását, ami mind biológiai, mind üdülési és idegenforgalmi szempontból káros lenne. A meteorológusok feladata pedig az, hogy tovább vizsgálják a légkör és a hidroszféra kapcsolatát.

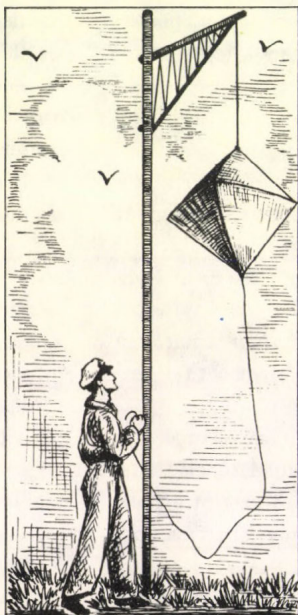
Láthatjuk tehát, hogy a levegőkémia, (a meteorológia egyik legfiatalabb ága) a környezetvédelmi problémák megoldásában igen nagy segítségünkre van.

Horváth László

45 ÉVVEL EZELŐTT INDULT

1934. június 10-én vasárnap délelőtt a Dunakanyar több pontján vörös rakéták röppentek az ég felé, figyelmeztetve a vízen tartózkodókat, hogy vihar közeledik.

1934. június 9-én a Magyar Vöröskereszt Vízbőlmentő és Viharjelző Állomásainak Központi Parancsnoksága jelentette, hogy a mai naptól reggel 9 órától - egyelőre kísérletképpen - vásár- és ünnepnapon este 9 óráig szolgálatot tart a Dunakanyarban. Az első vasárnap délelőtt 3/4 11-kor a parancsnokság jelzést kapott Mátyásföldről a Repülő Időjelző Központból hogy zivatar közeledik a Dunához, és ezzel erős szélrohamok járhatnak. Ezt azonnal továbbították a felállított viharjelző állomásoknak. Alig 10 percen belül az összes állomás értesült a zivatar közeledtéről, és az azzal járó szélviharról. 11 óra 10 perckor a zivatar és az azt kísérő erős szélroham megérkezett a Margitsziget fölé. Ekkor a központi parancsnokság S.O.S.1. számú mentőcsónakja az ügyeletes őrséggel kifutott a Dunára és kint cirkált a zivatar elvonultáig. Ez alkalommal jelent meg a Dunán először az S.O.S.1-es mentőmotoros. Mint az akkori sajtó írta, az éppen ar-



*Megtöltik
a
viharágút*

ra elhaladó sétahajó utasai a zuhogó esőben és viharos szélben megéljenezték a mentőcsónak személyzetét. E szolgálat bevezetése után az első alkalommal kiadott viharjelzés igen jól sikerült. A viharjelzéseket a mátyás-

földi repülőtérrel a Repülő Időjelző Központ adta ki, a vihar kitörése előtt 1 - 2 órával. A jelzéseket állami vonalon továbbították. Ezt a szolgálatot a Repülő Időjelző Központ vezetője, dr. HILLE ALFRÉD egye-



*Felhúzzák
a
viharjelző kosarat*

temi magántanár, repülő műszaki igazgató szervezte meg és vezette. A szolgálatot ellátó meteorológusok Veress László, Bencsik Béla, Héjjas Endre voltak.

Az első esztendőben - 1934-ben - hat alkalommal riasztottak, amiből négy esetben a riasztást erős zivatar és széllelkések követték. Az akkori sajtó minden alkalommal nagy elismeréssel nyilatkozott a szolgálatról.

A viharjelző állomások a Duna legforgalmasabb pontjain voltak felállítva. Vörös viharballonokkal, viharász-lókkal, szirénával és rakétás ágyúlövéssel adták a figyelmeztetést. Amennyiben bizonytalan volt a vihar fellépte, a viharoskarakat félárbóca húzták. A vihar által veszélyeztetett zónákban a dunai vízirendőrség motoros csónakjai cirkáltak, és szirénával figyelmeztették az evezősokeket és fürdőzőket a parterterésre.

E szolgálatnak volt köszönhető, hogy a hirtelen fellépő viharok nem okoztak szerencsétlenségeket ebben az időszakban, habár sok esetben végeztek mentést. Sajnos a háború kitörése véget vetett e kitűnő szolgálatnak.

Dr. Zách Alfréd

MEG A DUNAI VIHARJELZÉS

emlékezés

RÉTHLY ANTALRA SZÜLETÉSÉNEK 100. ÉVFORDULÓJÁN

„A viszont látásra 5 év múlva” . Így búcsúzott 1974. május 3-án dr. RÉTHLY ANTAL a tudományok doktora, ny. egyetemi tanár, az Országos Meteorológiai Intézet volt igazgatója, amikor 95. születésnapját ünnepeltük. Ő volt akkor a világ legöregebb meteorológusa. Teljes szellemi és testi frissességben „Budapest éghajlati irodalmának úttörője” címmel tartott előadást. Sajnos a viszontlátásra nem kerülhetett sor, mert 1975. szeptemberében meghalt. Most, 1979. május 3-án lett volna 100 éves, hiszen a szegedi nagy árvíz évében 1879-ben Budapesten született.

Emlékezzünk volt professzorunkra, igazgatónkra, a fáradhatatlan éghajlatkutatóra. A két világháború között igen nehéz és viharos időben évtizedeken keresztül irányította a magyar meteorológiát. Dr. Róna Zsigmond után ő folytatta hazánk éghajlatkutatását és ebben heradhatatlan érdemeket szerzett Ezt örökölte és folytatta legkedvesebb tanítványa dr. Bacsó Nándor. Ők hárman az újkori magyar éghajlatkutatás legkiválóbbjai. Rónának még aránylag kevés megfigyelési anyag állt rendelkezésére, Réthlynek már volt bőven jó megfigyelési anyaga és Bacsó a mai kor színvonalának megfelelően dolgozta fel hazánk éghajlatát.

E megemlékezés keretében nem lehet célunk Réthly Antalnak igen gazdag és sokoldalú életútját és munkásságát ismertetni, hiszen azt már több ízben megtettük, és 95 éves születésnapjára EMLÉKKÖNYVET adtunk ki.

Réthly Antal nagy szakmai tapasztalata, bölcs derűje és sajátos humora élénken él előttünk. Haláláig megőrizte hihetetlen munkabírást, sokoldalú érdeklődését. A legkülönbözőbb könyvtáraknak állandó olvasója és kutatója volt. Élete, szorgalma, példakép kell, hogy legyen minden szakember előtt. A tudományos élet nagy öregjének tartották. A két világháború közötti igen nehéz időkben tudományos szintre tudta emelni a magyar meteorológiát.

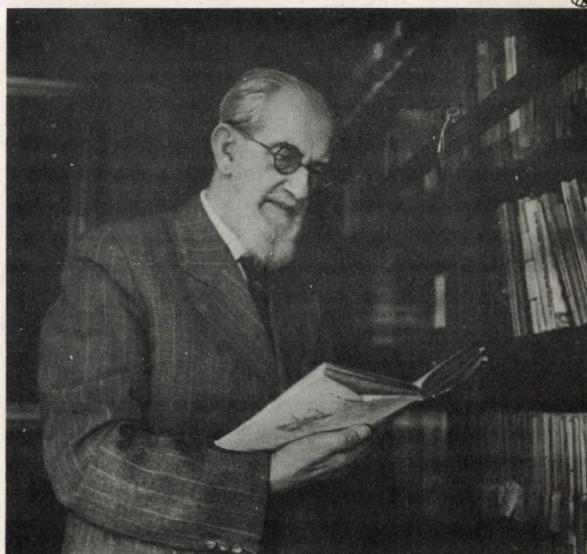
Most, születésének 100. évfordulóján elevenítsük fel néhány maradandó alkotását, aminek gyümölcsét az utókor élvezi. Réthly Antal 1913-ban tagja volt az első Adria-kutató expedíciónak. 1925-ben kezdeményezésére alakult meg a Magyar Meteorológiai Társaság, ezzel együtt biztosította az IDŐJÁRÁS szakfolyóirat további megjelenését. Ez egyik legnagyobb érdeme. 1926-ban javaslatot tesz egy meteorológiai tanszék felállítására. Ez azonban csak 1945-ben valósult meg. 1926-27-ben Törökországban megszervezte az ottani meteorológiai szolgálatot. 1928-ban megindította az első nemzeti „Éghajlati

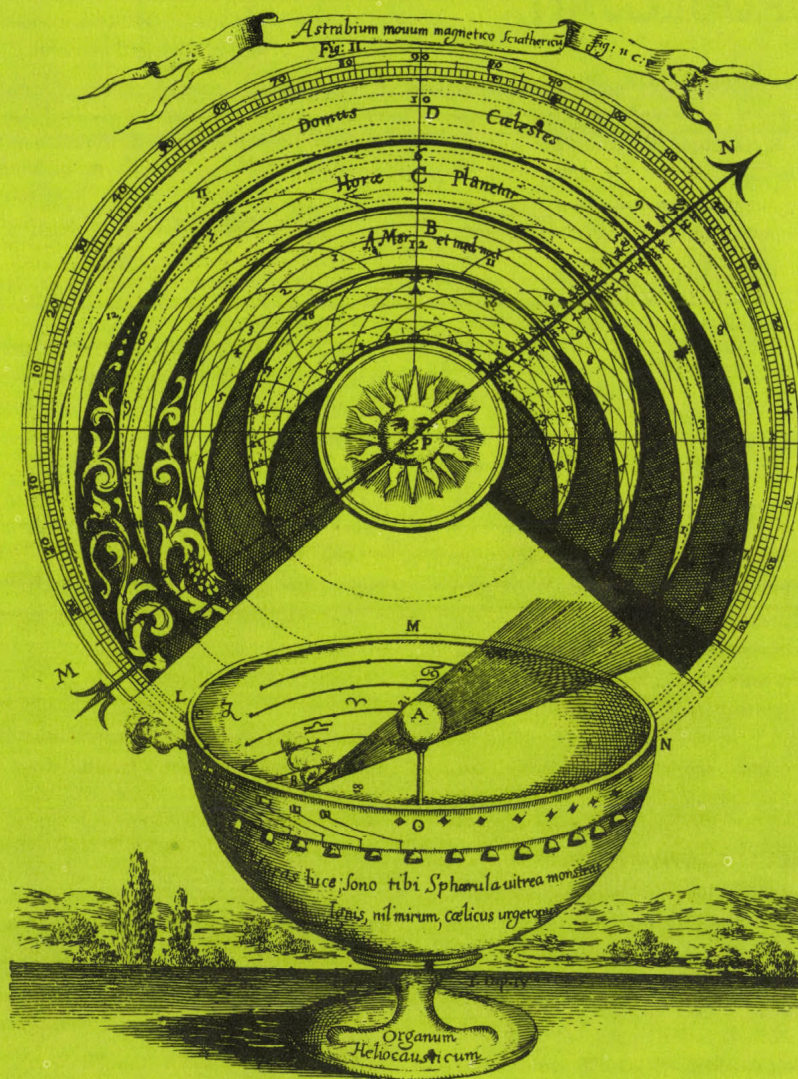
Atlasz” szerkesztését. Igazgatói működésével megteremteti az előfeltételeit egy korszerű meteorológiai szolgálatnak. Számos új szolgálati ágat indított meg, aminek gyümölcsét most aratjuk le. Kiváló fiatal szakembereket biztosított az Intézetnek. A tudományos eredmények publikálására ösztönözte fiatal munkatársait. Réthly Antal az elsők között emelte fel szavát a környezetvédelem érdekében, amit éghajlati adatokkal támasztott alá. 1945-ben végleg lezárta azt a vitát, ami az Alföld kiszáradása körül évtizedekig folyt. Kimutatta, hogy az Alföld éghajlatát a belvizek, mocsarak és lápok lecsapolása nem változtatta meg. 1947-ben megjelent BUDAPEST ÉGHAJLATA című alapvető városéghajlati munkája.

Mint nyugdíjas igazgató, rengeteget dolgozott, és részt vett a tudományos egyesületek munkájában. Túl a 80. éven 1963-ban jelent meg az Akadémiai Kiadó gondozásában az „Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1701-ig” című gyűjteményes munkája, majd ezt követte 90 éves korában a második kötet 1701-1800-ig. Fél évszázados gyűjtés eredményeként született meg e nagy munka. Sajnos a harmadik kötet már csak kéziratként maradt fenn. Réthly professzor nemcsak összegyűjtötte az értékes adatokat, hanem a szakember kritikájával vizsgálta és rendszerezte is. Ez a munka nemcsak a magyar éghajlatkutatásnak a nyeresége, hanem az egyetemes tudomány- és művelődéstörténetnek is értékes kincsestára. Adatközléseit egész sor tudomány hasznosítja, így a gazdaságtörténet, mezőgazdaság, közegészségügy, közlekedéstudomány, gazdasági földrajz, hidrológia, fenológia stb. A jövő éghajlatalakulására csak úgy tudunk következtetni, ha ismerjük a múltat. Ma, amikor az éghajlatingadozásoknak és klímaváltozásoknak kérdése ismét előtérbe került, ezek az adatok nélkülözhetetlenek.

A Magyar Meteorológiai Társaság elnöksége tisztelettel adózott az alapítónak, és megkoszorúzta sírját az Óbudai temetőben. Ugyiszintén a Szent István Társulat, amelynek örökös tiszteleti világi elnöke volt. A Magyar Rádió meleg szavakkal emlékezett meg Réthly professzor 100. születésnapjáról.

Dr. Zách Alfréd





NAPFÉNYTARTAMMÉRŐ

Athanasius Kircher: *Ars magna lucis et umbrae* c. 1646-ban
megjelent könyvéből.

MAGYARORSZÁG

IDŐJÁRÁSA

1979

tavaszán



NAPSÜTÉS

1979. március

A hónap folyamán hosszantartó derült vagy borult időszakok nem alakultak

állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	128	-17	2	3
Győr	140	-3	2	5
Keszthely	147	-1	4	2
Siófok	162	+16	3	3
Pécs	169	+27	2	2
Budapest	155	+11	3	3
Szolnok	142	-8	3	3
Szeged	149	+2	5	3
Békéscsaba	125	-14	2	4
Debrecen	106	-45	2	4
Nyíregyháza	96	-65	3	8
Miskolc	102	-37	2	7

ki, általában változóan felhős idő volt. Az ország középső és déli területein valamivel a sokévi átlag felett alakult a napsütéses órák száma, hazánk többi részén azonban az átlagosnál kevesebbet sütött a nap. Nyíregyháza és Debrecen környékén az átlagnak csupán mintegy kétharmada volt a napsütéses órák összege.

1979. április

Ebben a hónapban általában változóan felhős vagy derült idő volt, hosszabb, tartósan borult időszak nem alakult ki. Ennek megfelelően az ország nagy

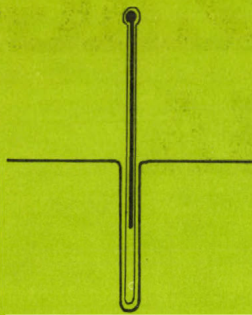
állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	168	-26	5	5
Győr	202	+28	7	3
Keszthely	208	+13	7	2
Siófok	222	+26	9	2
Pécs	209	+20	8	1
Budapest	216	+19	7	5
Szolnok	210	+14	6	3
Szeged	204	+5	8	2
Békéscsaba	195	+9	6	4
Debrecen	201	+3	2	2
Nyíregyháza	177	-21	5	2
Miskolc	178	-6	6	2

részen valamivel a sokévi átlag fölött alakult a napsütéses órák száma, csak az Alpok alján és az északkeleti országrészben mutatkozott a hónap végére 6-26 órás napfényhiány.

1979. május

Csak az első dekádban volt néhány felhős vagy borult nap, a hónap többi napján derült, napsütéses időjárás uralkodott. Ennek megfelelően a napsütéses órák száma országszerte magas volt 20-30 százalékkal a sokévi átlag felett alakult.

állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	324	+93	17	1
Győr	337	+91	15	2
Keszthely	343	+97	11	1
Siófok	341	+87	11	1
Pécs	312	+66	9	1
Budapest	312	+70	7	1
Szolnok	299	+43	10	2
Szeged	290	+31	8	3
Békéscsaba	281	+35	8	4
Debrecen	280	+24	6	1
Nyíregyháza	274	+11	10	1
Miskolc	294	44	10	0



LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLET

1979. március

A márciussal szemben az április hónap az átlagosnál hűvösebb volt. A sokévi átlagnál magasabb napi középhőmérsékletek csak a 10-17-e közötti időszakban voltak, egyébként az átlag körül vagy az alatt alakultak. Ennek megfelelően a havi csúcsértékeket, melyek 20-23 fok között alakultak, az ország túlnyomó részén 15-én mérték. Különösen hűvös volt az időjárás 6-a és 9-e, 18-a és 22-e között, valamint a hónap utolsó napjaiban. A legalacsonyabb hőmérsékleti értékeket hazánk nagy részén 20-a körül észlelték. A havi minimum értéke 0 és -4 fok között, a talaj mentén -2, -6 fok között alakult.

1979. április

A hűvös április után meleg május következett. A hónap első dekádjában még igen hűvös, szinte koratavaszi időjárás uralkodott. Az első napokban hajnalonként országszerte -2, -5 fokok fagyokat mértek. 3-án sok helyen 8 fokkal is elmaradt az átlagtól a napi középhőmérséklet. 10-e után rohamosan emelkedett a hőmérséklet, a második dekád elején még átlag körüli, a dekád végén azonban már a sokévi átlagnál 8-9 fokkal magasabb középhőmérsékletek voltak. A napi csúcsértékek 20-án sokfelé elérték a 33-34 fokat. A meleg, kánikulai időjárás a hó végéig folytatódott.

állomás	havi középérték	eltérés az átlagtól	abszolút maximum nap	abszolút minimum nap	abszolút minimum a talaj mentén nap	dekádközép			napok száma
						1. dekád	2. dekád	3. dekád	

1979. március

Szombathely	6,7	+2,7	18,8	14.	-3,9	1.	-6,1	1.	4,3	8,5	7,3	9	-	fagyos téli
Győr	7,7	+2,9	19,3	15.	-3,4	1.	-6,8	11.	5,2	9,1	8,6	7	-	
Keszthely	7,8	+2,8	20,6	15.	-4,6	1.	-7,2	1.	4,6	9,8	8,8	7	-	
Siófok	7,7	+3,2	20,4	15.	-4,1	1.	-5,4	1.	3,8	9,7	9,5	5	-	
Pécs	8,4	+3,4	21,0	15.	-4,5	1.	-5,5	1.	5,1	10,4	9,6	6	-	
Budapest	7,5	+2,5	19,6	15.	-2,5	1.	-7,1	3.	4,9	9,1	8,6	6	-	
Szolnok	7,7	+2,9	21,0	15.	-3,7	2.	-7,0	2.	4,6	9,0	9,4	7	-	
Szeged	7,9	+2,7	22,1	15.	-4,8	3.	-5,2	10.	4,8	9,5	9,3	8	-	
Békéscsaba	7,5	+2,6	20,0	15.	-3,0	2.	-5,9	4.	4,8	8,9	8,8	8	-	
Debrecen	6,8	-1,9	18,5	16.	-3,6	3.	-5,6	2.	4,0	8,0	8,4	8	-	
Nyíregyháza	6,6	+2,6	18,0	21.	-3,9	2.	-6,0	2.	3,9	7,4	8,2	7	-	
Miskolc	6,0	+2,0	17,6	21.	-5,0	11.	-7,5	2.	3,4	6,7	7,8	11	-	

1979. április

Szombathely	8,2	-1,2	20,4	15.	-2,8	20.	-4,4	20.	5,9	9,0	9,7	5	0	fagyos nyári
Győr	9,1	-1,3	21,4	15.	-1,3	10.	-4,0	20.	6,4	9,7	11,1	4	0	
Keszthely	9,5	-0,9	22,6	15.	-1,4	20.	-3,8	20.	7,3	10,0	11,2	3	0	
Siófok	9,8	-0,9	20,2	24.	1,4	3.	0,2	3.	7,7	9,9	11,7	0	0	
Pécs	9,8	-0,8	21,6	15.	0,2	9.	-3,4	20.	7,6	10,6	11,1	0	0	
Budapest	9,7	-1,1	22,6	15.	-0,1	19.	-5,9	20.	7,7	10,3	11,1	1	0	
Szolnok	9,8	-0,8	22,6	15.	0,1	20.	-2,3	20.	7,8	9,9	11,8	0	0	
Szeged	9,6	-1,6	22,0	15.	-1,0	19.	-2,6	20.	7,5	10,0	11,4	2	0	
Békéscsaba	9,3	-1,5	21,6	15.	-2,6	20.	-5,6	20.	7,2	9,3	11,3	2	0	
Debrecen	9,3	-1,5	21,1	15.	-0,6	2.	-2,3	2.	7,4	9,1	11,4	3	0	
Nyíregyháza	9,5	-0,9	20,2	15.	-1,4	19.	-4,5	19.	7,3	8,9	12,2	1	0	
Miskolc	8,7	-1,3	20,4	14.	-3,8	19.	-5,7	19.	7,0	8,5	10,7	7	0	

1979. május

Szombathely	14,5	+0,3	28,8	20.	-1,4	4.	-3,5	4.	7,8	16,2	19,1	2	0	fagyos hőség
Győr	16,0	+0,6	31,2	21.	1,0	4.	-1,4	4.	9,4	17,5	20,8	0	2	
Keszthely	16,5	+1,2	31,0	20.	-1,0	4.	-1,6	4.	9,9	17,9	19,6	1	1	
Siófok	16,8	+1,1	31,7	20.	1,9	4.	1,1	4.	10,7	17,6	21,7	0	2	
Pécs	17,1	+1,5	31,5	20.	1,6	6.	0,3	6.	10,6	18,4	21,9	0	2	
Budapest	17,0	+1,1	31,0	20.	1,6	4.	-1,8	4.	10,6	18,6	21,8	0	2	
Szolnok	17,0	+0,9	32,3	20.	3,3	5.	1,7	5.	11,3	18,1	21,5	0	2	
Szeged	17,4	+0,1	31,6	20.	2,9	5.	0,8	5.	11,6	18,0	22,0	0	3	
Békéscsaba	16,7	+0,7	30,6	20.	3,5	5.	2,0	5.	11,8	17,2	21,2	0	2	
Debrecen	17,0	+0,5	31,0	20.	5,1	4.	3,8	5.	11,5	17,8	22,0	0	3	
Nyíregyháza	16,8	+0,9	31,3	20.	3,0	5.	2,0	5.	11,5	17,5	10,7	0	3	
Miskolc	16,3	+0,7	30,9	20.	0,8	5.	-1,2	5.	10,8	17,1	21,2	0	3	

Márciusban az átlagoshoz képest meleg időjárás uralkodott. A hónap első és utolsó napjait kivéve még a hűvösebb napokon is a sokévi átlag felett alakult a napi középhőmérséklet. A hónap legmagasabb hőmérsékleti értékeit 15-e körül mérték. A napi maximumok ekkor 18-22 fok között alakultak és a napi középhőmérsékletek sok helyen 8 fokkal is meghaladták az átlagot. Miskolc környékének kivételével a hónap első napjaiban mérték a havi legalacsonyabb hőmérsékleteket. Ezek -2, -5 fok között, a talaj mentén -5, -8 fok között váltakoztak.



CSAPADÉK

1979. március

Az ország nagy részén 25-50 mm közötti csapadék esett március folyamán. Ennél magasabb mennyiségek csak az északkeleti országrészben, a főváros környékén és Somogy megye déli részén voltak. Ez a csapadékmennyiség a Dunántúl és a Duna-Tisza köze nagy részén kevesebb a sokévi átlagnál, az ország nagyobbik részében azonban több ennél: északkeleten másfél-kétszerese, sőt a Debrecen környékén leese 90 mm több, mint a há-

állomás	havi összeg mm	eltérés az átlagtól mm	eltérés az átlag %-ában	dekádösszeg			napok száma		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád	csapadék > 1mm	csapadék > 5mm	zivatáros
Szombathely	28	-10	74	2	9	18	3	3	0
Győr	40	+2	105	1	24	14	8	4	1
Keszthely	31	-5	86	1	7	24	5	1	0
Siófok	23	-12	66	1	7	15	6	1	0
Pécs	37	-1	97	3	5	29	9	2	2
Budapest	54	+16	142	5	13	36	8	4	2
Szolnok	35	+4	113	9	7	19	11	1	3
Szeged	30	-5	86	3	8	20	9	0	3
Békéscsaba	44	+11	133	10	13	21	14	2	4
Debrecen	90	+62	321	12	9	69	13	4	3
Nyíregyháza	50	+22	179	15	5	30	10	5	1
Miskolc	45	+17	161	12	2	31	9	2	2

1979. március

1979. április

Szombathely	90	+46	205	47	0	44	10	6	3
Győr	70	+29	171	16	4	50	8	4	3
Keszthely	45	+2	105	25	0	20	9	3	0
Siófok	42	+1	102	17	0	24	6	3	0
Pécs	35	-15	70	12	2	20	7	3	0
Budapest	39	-5	89	9	2	29	4	3	1
Szolnok	25	-12	68	13	0	13	4	2	2
Szeged	21	-20	51	15	2	5	7	2	1
Békéscsaba	45	+3	107	19	1	24	7	3	1
Debrecen	32	-3	91	12	2	18	5	2	0
Nyíregyháza	29	-11	79	9	0	20	5	2	1
Miskolc	63	+24	162	15	1	47	5	4	2

1979. Május

Szombathely	24	-49	33	23.2	1.0	0.1	5	2	2
Győr	22	-44	33	20.3	0.7	0.7	4	2	2
Keszthely	22	-52	30	21.6	0.2	0	3	2	0
Siófok	12	-59	17	11.5	0	4	2	0	3
Pécs	6	-59	9	6.0	0	0	2	0	3
Budapest	32	-38	45	7.7	0	24.2	4	2	5
Szolnok	17	-42	29	9.0	0	8.4	6	0	9
Szeged	12	-52	19	11.7	0	0	2	1	8
Békéscsaba	59	-8	88	19.9	6.2	32.5	9	4	8
Debrecen	22	-36	38	20.1	0.3	1.4	6	1	8
Nyíregyháza	38	-24	61	15.9	0	16.6	7	3	7
Miskolc	20	-50	29	8.3	0	1.1	5	1	5

romszorosa. A hónap folyamán viszonylag egyenletes volt a havi csapadék megoszlása, az első két dekádban esők, esőzések, az utolsó dekádban inkább zivatarokkal kísért záporok formájában. Összefüggő hótakaró egyáltalán nem, hófoltok is csak az első napokban voltak egy-két helyen.

1979. április

Az áprilisi csapadékhözam szempontjából az országot két részre oszthatjuk. A Nagykanizsa - Nyíregyháza vonaltól északnyugatra általában 50-75 mm közötti, a Kisalföldön 75 mm feletti havi csapadékmennyiséget mértek, s ez a sokévi átlag egy-másfélszerese, a Kisalföldön két-két és félszerese. Ettől a vonaltól délkeletre általában 25-50 mm közötti eső esett, ez a mennyiség a sokévi átlag 50-100 %-a. A Túrkeve és Szeged közé eső területeken mindössze 10-25 mm volt a csapadékhözam, ez az átlag 50 %-át sem teszi ki. Nagyobb esőzések 5-e körül és az utolsó pentádban voltak, ezekben az időszakokban esett le a havi csapadék zöme. A második dekádban számottevő mennyiségű csapadékot sehol sem mértek.

1979. május

Ez a hónap csapadéokban igen szegény volt. Jelentősebb mennyiségű eső csupán május első harmadában hullott. 12-e után már csak helyi záporok, zivatarok voltak egy-egy napon. Az ország nagy részén a sokévi átlagnak megfelelő csapadék 50 %-a sem esett le. Kivételt csak a keleti határszél képez, ahol az 50-60 mm-es csapadék-összegek az átlagnak 60-80 %-át teszik ki.



LÉGNEDVESSÉG

1979. március

A hónap folyamán minden dekádban volt egy-két nap, amikor a hajnali vagy reggeli órákban helyenként párasságot, ködöt észleltek. A szokatlanul enyhe időjárás következtében viszonylag magas volt a vízfelszínre vonatkoztatott

állomás	átlagos relatív nedvesség %	relatív nedvesség 13 órai átlaga %	átlagos telítési hiány mb	a levegő párologtató képessége		
				dekád		
				összeg mm		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád
Szombathely	78	66	2,6	12	18	16
Győr	74	61	3,1	13	19	17
Keszthely	76	59	3,0	13	21	19
Siófok	73	63	3,3	12	21	21
Pécs	73	58	3,5	14	26	25
Budapest	73	57	3,2	12	19	21
Szolnok	76	60	3,0	13	21	22
Szeged	74	59	3,2	13	19	22
Békéscsaba	79	64	2,5	13	16	19
Debrecen	86	73	1,7	11	14	19
Nyíregyháza	80	67	2,3	10	12	18
Miskolc	77	62	2,5	10	11	16

párologtatókéesség értéke. Az első dekádban nem voltak túl nagy területi különbségek, országszerte 10-13 mm között alakult. A második dekádban a Dunántúlon 18-26 mm, az ország többi részén 11-21 mm közötti párologtatókéesség értékek voltak. A harmadik dekádban a Dunántúlon 1-2 mm-rel növekedtek ezek az értékek. A párologtatókéesség havi értékei a nyugati országrészben 46-60 mm között, keleten 37-56 mm között alakultak.

1979. április

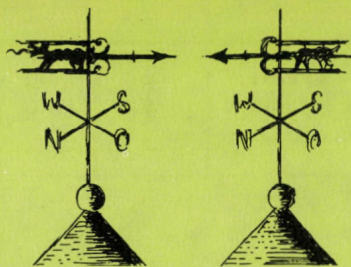
A hőmérsékleti és csapadékviszonyoknak megfelelően a hónap első és utolsó harmadában magas volt a levegő nedvességtartalma, tehát a párologtatókéesség értékei alacsonyoknak a-

állomás	átlagos relatív nedvesség %	relatív nedvesség 13 órai átlaga %	átlagos telítési hiány mb	a levegő párologtató képessége		
				dekád		
				összeg mm		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád
Szombathely	74	59	3,4	13	23	21
Győr	69	54	4,3	14	25	22
Keszthely	70	53	4,1	15	27	21
Siófok	69	59	4,1	15	24	19
Pécs	66	54	4,7	18	24	19
Budapest	65	50	4,8	18	26	19
Szolnok	68	53	4,4	18	22	12
Szeged	67	49	4,7	15	24	14
Békéscsaba	72	53	4,0	12	26	24
Debrecen	77	63	3,2	17	27	20
Nyíregyháza	66	53	4,5	14	23	17
Miskolc	69	52	4,1	17	25	19

dódtak. Az első dekád 13-18 mm közé eső értékei pl. alacsonyabbak március második és harmadik dekádjának hasonló adatainál. Ugyanez vonatkozik a hónap utolsó harmadára is. A párologtatókéesség havi értékei 52-68 mm között alakultak.

állomás	átlagos relatív nedvesség %		relatív nedvesség 13 órás átlaga %		a levegő párologtató képessége	
					dekád	
					összeg mm	
			átlagos telítési hiány mb		1. dekád	2. dekád
					3. dekád	
Szombathely	70	54	6,5	18	53	44
Győr	63	47	8,6	21	57	48
Keszthely	63	46	8,7	22	68	54
Siófok	65	52	8,0	25	74	54
Pécs	59	44	9,5	26	66	62
Budapest	61	45	9,1	24	67	56
Szolnok	64	46	8,6	29	67	59
Szeged	60	43	9,7	30	68	58
Békéscsaba	71	53	6,9	28	60	46
Debrecen	65	48	8,4	26	60	46
Nyíregyháza	65	46	8,5	25	60	40
Miskolc	66	49	7,9	22	56	54

Május első harmadában még hűvös, csapadékos időjárás uralkodott, ekkor magasabb volt a levegő nedvességtartalma is. 12-e után azonban egyre szárazabb lett a levegő. Jól tükröződik ez a folyamat a párologtatóképesség dekádértékeiben is. Az első dekád 20-30 mm közötti értékeinek kétszerese a második dekád párologtatóképessége, de az utolsó harmadban még mindig közel 10 mm-rel növekedett. Ennek megfelelően a havi értékek is nagyon magasaknak adódtak: az ország középső területein 140, máshol 120 mm körül alakultak.



SZÉL

1979. március

Márciusban általában gyenge szelek voltak a jellemzőek. Viharos szelet az ország túlnyomó részén csak 2-7 napon észleltek. A legerősebb széllelkéseket, melyek erőssége helyenként

állomás	maximális széllelkés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	S	18,3	29.	5
Győr	WWS	19,0	29.	3
Keszthely	N	12,0	8.	-
Siófok	SW	22,8	29.	9
Pécs	SW	22,6	29.	10
Budapest	WNW	20,5	17.	7
Szolnok	SW	18,6	29.	1
Szeged	WSW	21,3	29.	4
Békéscsaba	SW	23,2	29.	3
Debrecen	SW	23,4	29.	5
Nyíregyháza	WSW	16,7	29.	2
Miskolc	SW	16,0	29.	1

22 m/sec-ot (80 km/h) is elérte, 29-én figyelték meg. Ez az erős szél az akkori zivatarvevényességgel volt kapcsolatos.

1979. április

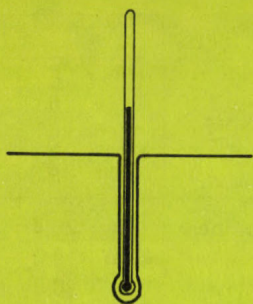
A márciusához hasonlóan áprilisban is általában mérsékelt légmozgások voltak. Viharos szelet hazánk nagy részén csak 1-5 napon jeleztek a műszerek. A legerősebb széllelkések legtöbb helyen 18-án voltak.

állomás	maximális széllelkés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	N	26,4	18.	6
Győr	NNW	19,0	18.	2
Keszthely	N	20,6	18.	1
Siófok	NNW	24,1	18.	9
Pécs	SE	22,9	4.	5
Budapest	SSE	19,5	24.	5
Szolnok	NNE	18,0	18.	1
Szeged	NNE	19,7	18.	4
Békéscsaba	N	17,0	18.	2
Debrecen	WNW	22,8	15.	4
Nyíregyháza	NNE	14,8	18.	0
Miskolc	N	17,5	18.	1

1979. május

Májusban, különösen 13-a után igen gyakran volt szélcsend. Általában nagyon gyengék voltak a légmozgások. Megélenkülő szeleket inkább csak az első dekádban figyeltek meg. A legerősebb széllelkések - melyek általában a 20 m/sec-ot sem érték el - szintén ekkor voltak. A későbbi időszakban az erősebb szelek a szórványos zivatarokkal voltak kapcsolatosak.

állomás	maximális széllelkés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	N	21,9	13.	4
Győr	S	17,9	2.	1
Keszthely	N	12,2	13.	0
Siófok	S	19,5	2.	0
Pécs	WNW	28,1	5.	2
Budapest	S	14,9	2.	0
Szolnok	N	11,3	11.	0
Szeged	SSW	19,2	26.	2
Békéscsaba	W	21,2	5.	3
Debrecen	SE	16,0	31.	6
Nyíregyháza	NW	10,1	5.	0
Miskolc	NNE	12,8	13.	0



állomás	átlagértékek 5 cm mélységben			átlagértékek 10 cm mélységben		
	1. dekád	2. dekád	3. dekád	1. dekád	2. dekád	3. dekád

TALAJHŐMÉRSÉKLET

1979. március

A talaj felső rétegeinek hőmérséklete gyors ütemben emelkedett. Az 5 és 10 cm-es rétegben a talajhőmérséklet dekádátlagai az első dekádról a másodikra általában 3-4 fokot, a másodikról a harmadikra 1-2 fokot emelkedtek. Így az 5 cm-es mélységben a harmadik dekádra sok helyen megközelítette, sőt el is érte a 10 fokot.

Szombathely	2,6	7,2	6,8	2,6	7,0	7,0
Győr	4,0	7,8	9,1	3,7	7,6	9,1
Keszthely	3,5	7,7	8,3	3,7	7,8	8,5
Siófok	1,7	7,9	9,4	1,4	7,4	9,6
Pécs	3,3	8,4	9,3	3,0	7,8	9,3
Budapest	4,2	8,1	9,5	4,0	7,5	9,0
Szolnok	4,6	8,3	10,3	4,1	9,2	9,8
Szeged	4,2	8,1	9,2	4,1	7,8	9,1
Békéscsaba	4,7	7,7	8,8	4,6	7,5	8,9
Debrecen	2,6	6,0	7,9	3,1	6,4	8,5
Nyíregyháza	3,1	6,4	8,6	3,2	6,0	8,4
Miskolc	2,1	4,9	7,2	1,5	4,6	7,0

1979. március

1979. április

A hónap első harmadában nem emelkedett, sőt közel fél fokot vissza is esett a felszíni rétegek dekádátlagai. A második dekádban azonban az északi országrészt kivéve átlépte a 10 fokot, ami sok növény esetében fontos küszöbérték. A harmadik dekádban a 10 fokot már mindenütt, helyenként pedig a 13 fokot is meghaladták a talajhőmérséklet átlagai.

Szombathely	6,9	10,0	10,2	7,0	9,9	10,2
Győr	7,6	11,9	12,5	7,8	11,9	12,5
Keszthely	8,1	10,0	11,5	8,4	10,2	11,6
Siófok	9,4	12,1	13,3	9,1	11,6	12,9
Pécs	8,4	12,7	12,4	8,5	12,5	12,4
Budapest	9,0	12,6	12,5	8,6	11,9	12,0
Szolnok	9,9	11,8	13,4	9,5	12,5	13,2
Szeged	7,9	10,7	12,1	8,1	10,7	12,0
Békéscsaba	7,9	10,7	12,3	8,0	10,7	12,2
Debrecen	7,6	9,7	11,5	8,2	10,0	11,5
Nyíregyháza	8,5	12,0	13,2	8,2	11,7	12,9
Miskolc	6,7	9,3	10,6	6,7	9,1	10,4

1979. április

1979. május

Az első másfél hét hűvös időjárásának hatására néhány helyen egy kicsit hűlt a talaj, de 10 fok alá csak Szombathely környékén süllyedt néhány tizeddel az első dekád átlaga. Ezt követően a napsütéses, az évszakhoz képest meleg idő hatására dinamikusan emelkedett a talajhőmérséklet. Körülbelül 7 fokot melegedett a második dekádra, további 4-6 fokot a harmadikra, s így az utolsó harmad átlaga a keleti országrészben helyenként elérte a 27 fokot is. Nyugaton általában 24 fok körül alakult.

Szombathely	9,8	17,8	24,0	9,2	17,3	23,3
Győr	11,8	21,0	26,1	11,7	20,8	23,8
Keszthely	11,0	18,3	24,4	11,0	18,1	24,3
Siófok	12,9	19,4	25,1	12,6	18,8	24,5
Pécs	12,7	20,7	25,7	12,7	20,2	25,6
Budapest	13,6	21,1	25,2	13,0	20,1	23,5
Szolnok	15,2	22,2	25,8	14,5	20,9	24,8
Szeged	12,8	18,1	21,6	12,6	17,6	23,5
Békéscsaba	13,1	18,6	23,2	13,0	18,0	23,1
Debrecen	12,9	17,5	24,2	11,4	17,0	21,2
Nyíregyháza	13,8	21,2	25,4	13,6	20,8	27,0
Miskolc	11,8	18,8	22,6	11,5	17,8	22,1

1979. május



TALAJNEDVESSÉG

1979. március

A hónap elején mind a 0-50, mind pedig az 50-100 cm-es rétegben a telítettséghez közeli volt a talajnedvesség értéke. Ezután a csapadékevétel nem tudta fedezni az egyre növekvő párolgást, és így fokozatosan csökkent a víztartalom. 21-én már 70-90 % között alakult. Az utolsó dekád kiadós záporainak hatására az ország keleti részében újra 90 % fölé emelkedett. További jelentéktelen csökkenés csak a csapadékszegény területeken volt. A növények kedvező fejlődéséhez azonban ekkor az ország egész területén minden rétegben elegendő nedvesség állt rendelkezésre.

1979. április

Április elején a Pécs, Budapest és Szolnok által határolt terület és az északkeleti országrész kivételével tovább nőtt a nedvességtartalom. A második dekádba bekövetkező 20-30 %-os kiszáradás után a nyugati határszélén és az ország északi területein nőtt a nedvesség, általában azonban változatlan maradt, vagy valamelyest csökkent. A hónap végén a legszárazabb területek Pécs, Szolnok és Szeged térsége voltak. A 0-50 cm-es rétegben mindhárom körzetben, az 50-100 cm-es mélységben pedig Pécs kivételével 50 % alá süllyedt a nedvesség.

1979. május

Az első napokban csak jelentéktelen mértékben, a második dekádtól azon-

állomás	telítettség a szántóföldi hasznos vízkapacitás %-ában							
	0 - 50 cm réteg				50 - 100 cm réteg			
	1-én	11-én	21-én	utolsó napon	1-én	11-én	21-én	utolsó napon

1979. március

Szombathely	95	85	77	80	60	77	77	76
Győr	87	77	83	81	55	50	56	56
Keszthely	95	83	70	77	64	71	70	70
Siófok	95	85	73	69	71	75	75	74
Pécs	95	85	65	73	95	96	95	94
Budapest	91	84	78	95	68	68	67	66
Szolnok	86	84	72	72	84	36	43	50
Szeged	89	80	71	71	63	50	49	52
Békéscsaba	88	86	83	86	100	100	99	99
Debrecen	92	92	88	96	100	100	100	99
Nyíregyháza	95	98	91	95	100	100	100	99
Miskolc	94	95	87	96	87	87	87	86

1979. április

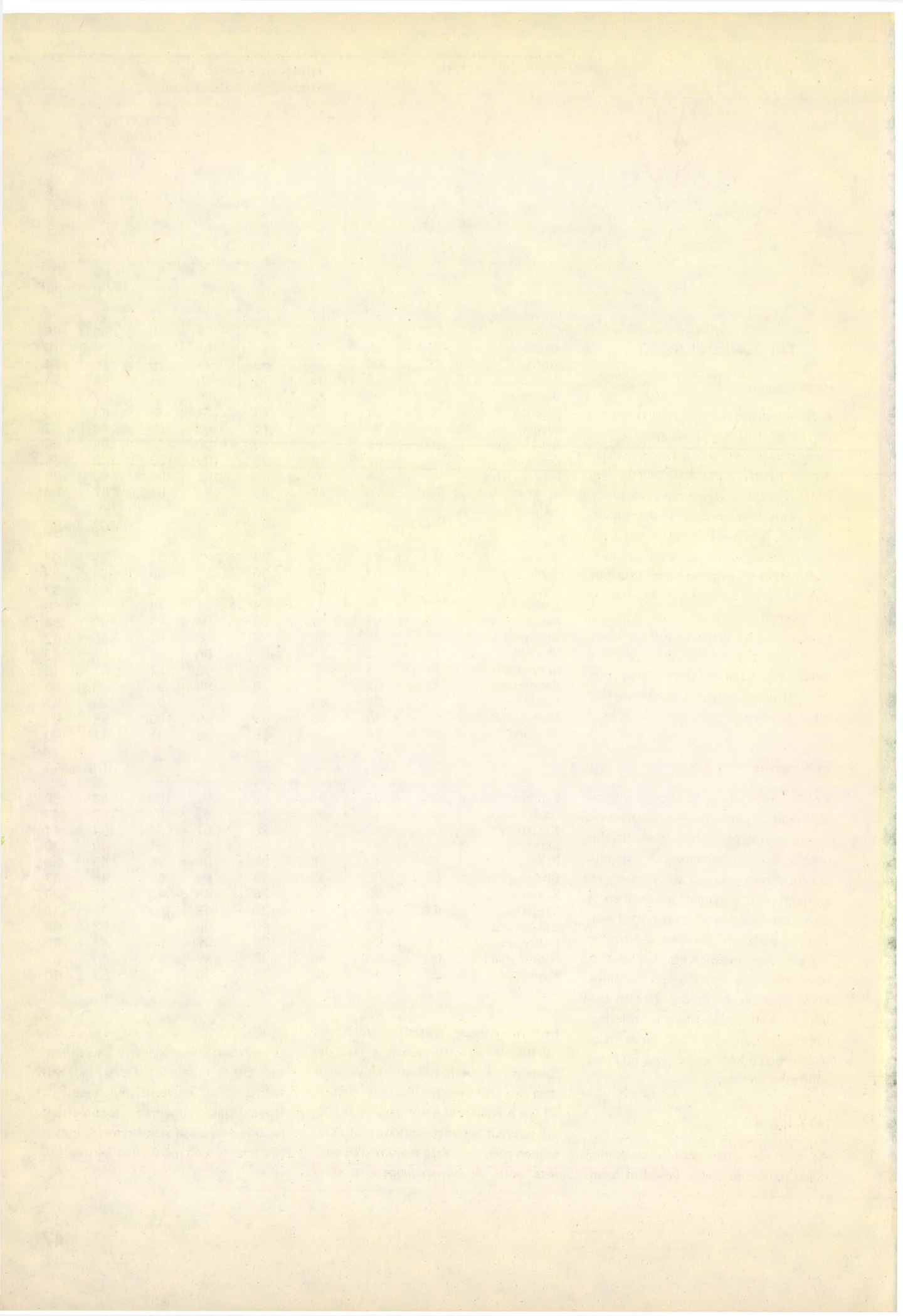
Szombathely	80	97	73	95	76	91	98	97
Győr	81	83	64	90	56	55	54	53
Keszthely	77	87	61	60	70	70	69	67
Siófok	69	72	49	54	74	74	72	68
Pécs	73	67	47	49	94	93	90	86
Budapest	95	86	59	68	66	67	65	62
Szolnok	72	65	43	50	50	49	47	43
Szeged	71	71	50	41	52	52	51	48
Békéscsaba	86	92	70	70	99	99	98	96
Debrecen	96	92	68	66	99	100	99	97
Nyíregyháza	95	90	66	69	99	100	98	95
Miskolc	96	94	72	95	86	91	91	90

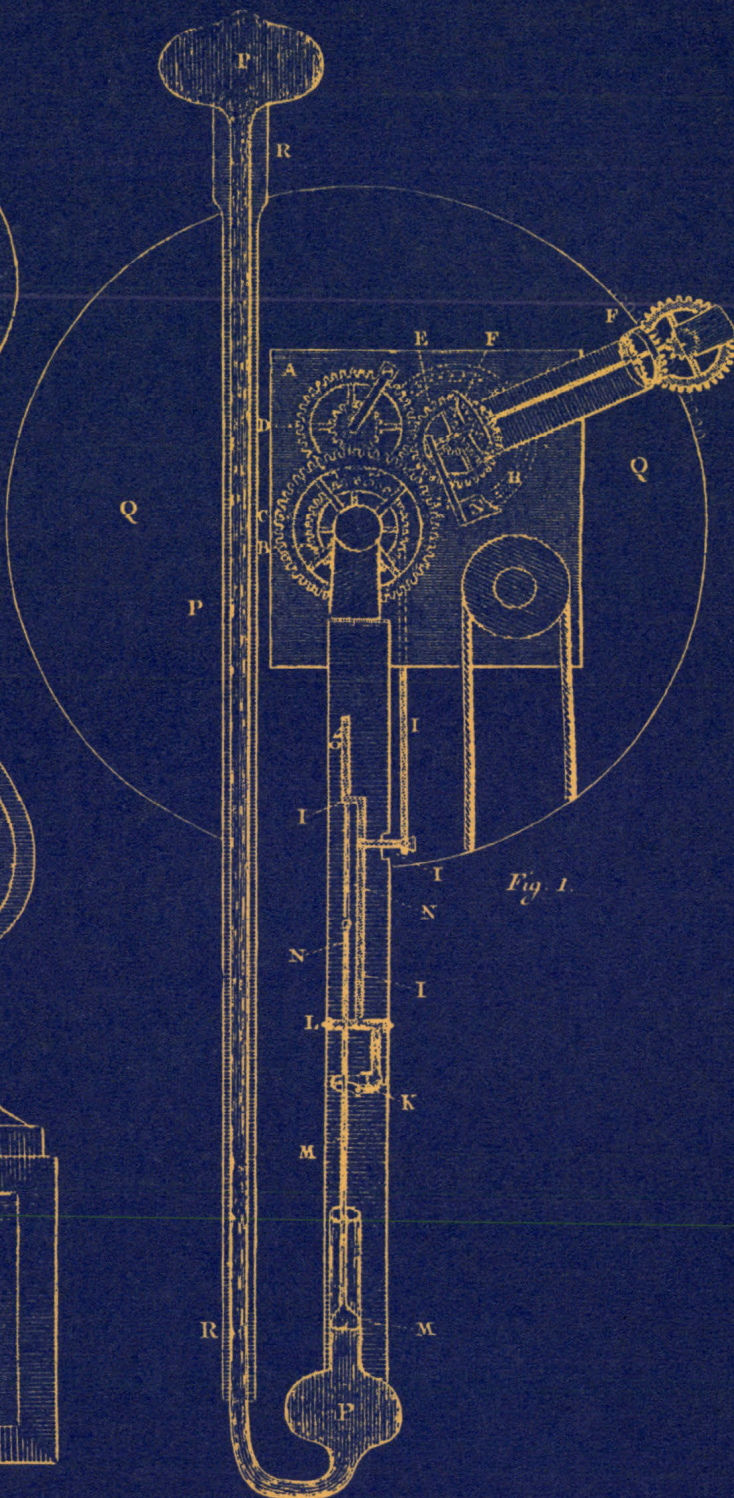
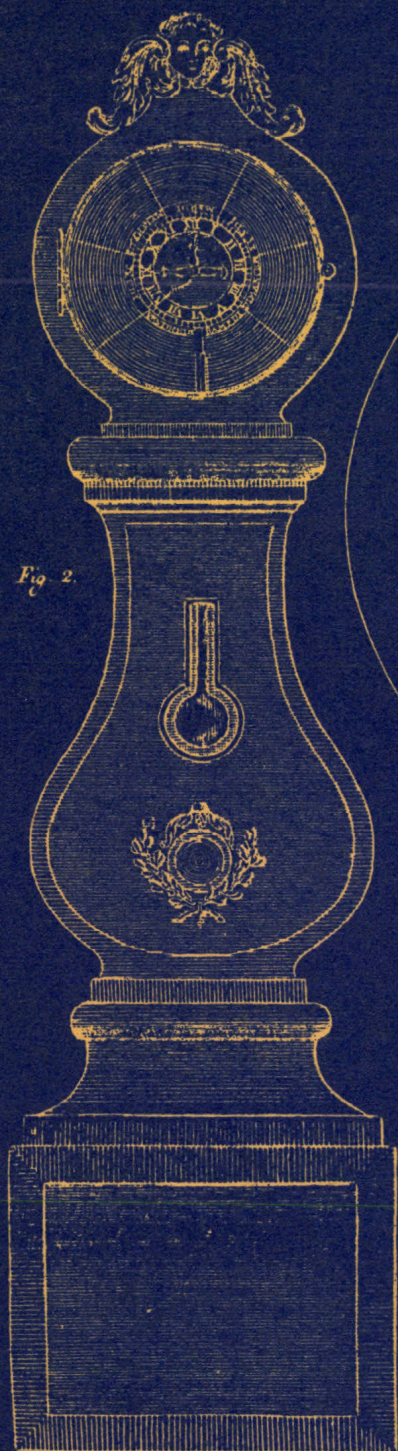
1979. május

Szombathely	95	87	50	32	97	100	93	58
Győr	90	87	53	34	53	57	53	41
Keszthely	60	62	35	26	67	66	54	41
Siófok	54	47	31	24	68	64	49	38
Pécs	49	40	28	22	86	78	53	38
Budapest	68	56	33	34	62	59	45	37
Szolnok	43	39	27	26	43	40	34	29
Szeged	41	41	28	23	48	43	37	32
Békéscsaba	70	64	42	49	96	94	82	59
Debrecen	66	64	38	28	97	96	83	55
Nyíregyháza	69	64	40	38	95	93	80	57
Miskolc	95	84	45	35	90	91	83	60

ban rohamosan száradt a talaj. Az 50-100 cm-es mélységben a lassú leszivárgás következtében helyenként még kis nedvesedés is volt eleinte. 21-ére a Kisalföld kivételével már 50% alá süllyedt a nedvesség. Az alsóbb rétegben még az ország nagy részén e fölöött volt. A hónap végére a felső

50 cm 20-40 %-ig száradt, és az alsóbb rétegekben is csak néhány helyen maradt 50 % közelében. Ez a rendkívül száraz talaj kedvezőtlenül hatott a lágyszárúak túlnyomó többségének fejlődésére, sőt a vizigényesebb kultúrák jelentősebb mértékben károsodtak is.

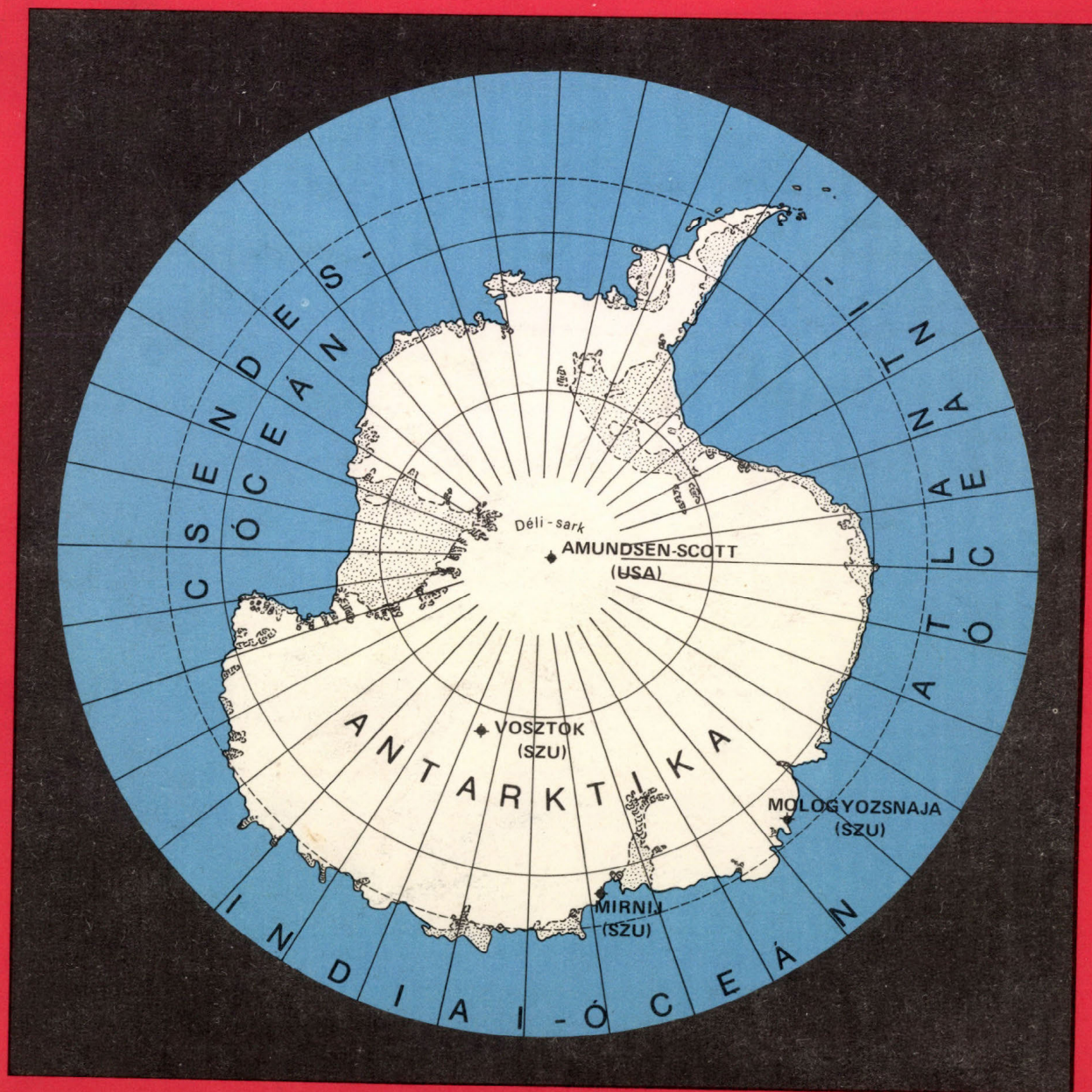


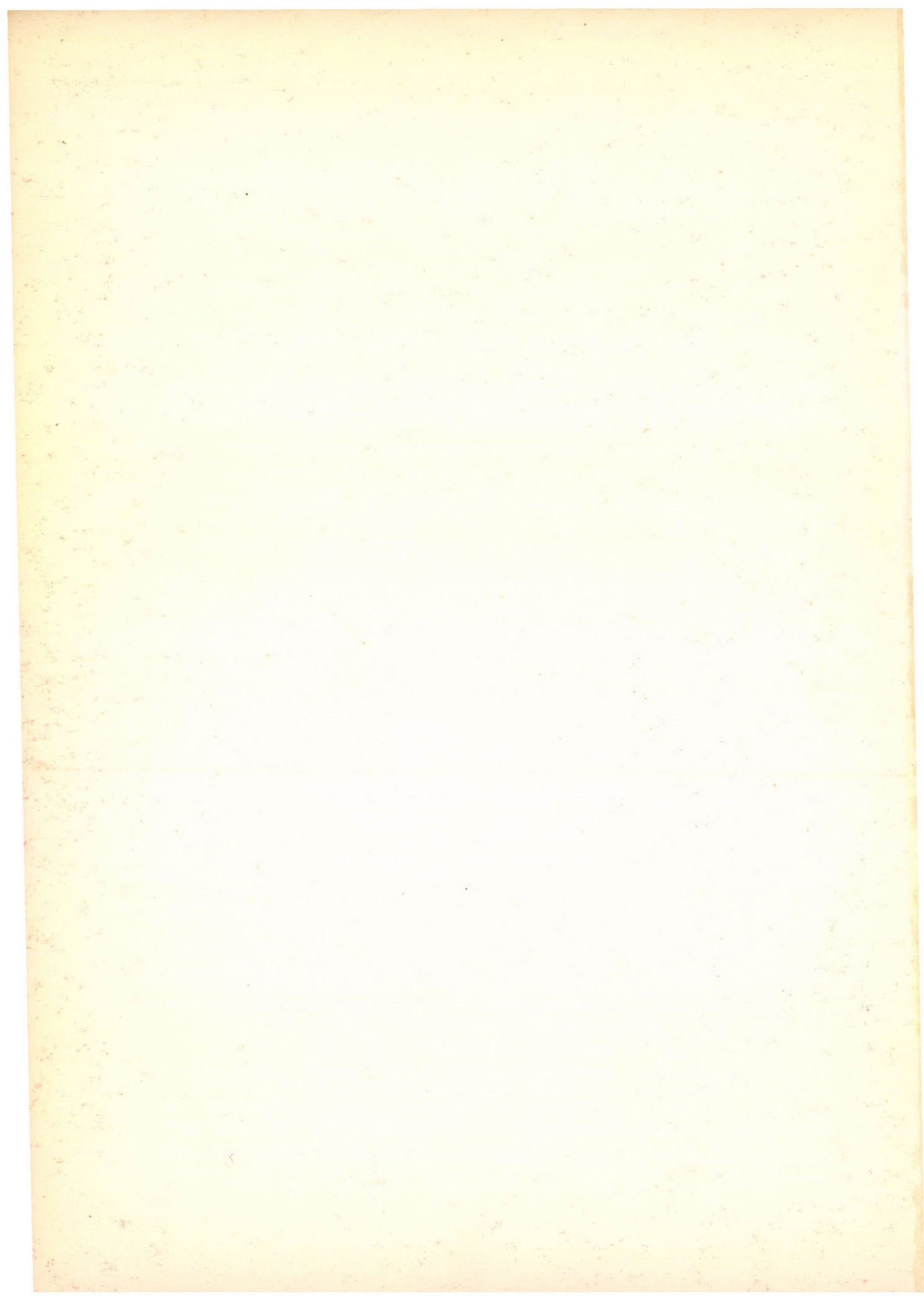


LÉGKÖR

XXIV. évfolyam

1979. 4. szám





LÉGKÖR

XXIV. évf. 1979. 4. szám

Megjelenik negyedévenként

Felelős szerkesztő:

Dr. Ambrózy Pál
a szerkesztő bizottság elnöke



Operatív szerkesztők:

Dr. Csomor Mihály
Dr. Szabó Emilné



Szerkesztő bizottság:

Bóna Márta
Bozó Pál
Dunay Sándor
Kopovits Albert
Dr. Kozma Ferencné
Mezősi Miklós
Dr. Rákóczi Ferencné
Schirokné Kriston Ilona



Technikai szerkesztő:

Máthé Gyuláné

Grafika és tipográfia:

Lifka Mihályné
Kádiné Honyák Ágnes

ISSN 0133-3666

A kiadásért felel:

Dr. Czelnai Rudolf, az OMSZ elnöke

Készült:

Az Országos Meteorológiai Szolgálat
Házinyomdájában
1500 példányban
Msz: 79.759.

AZ
ORSZÁGOS
METEOROLÓGIAI
SZOLGÁLAT
SZAKMAI
TÁJÉKOZTATÓJA

TARTALOM

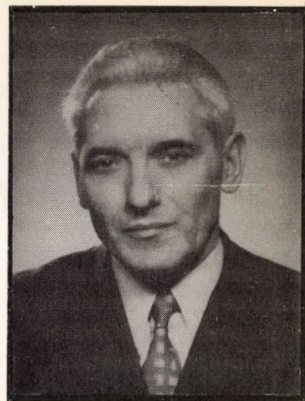
A címlapon:

AZ
ANTARKTISZ
CIRKUMPOLÁRIS
TÉRKÉPE

Bodolai István	3
Nagyné Dr. Dávid Aranka: A Velencei-tó sugárzás- és hőháztartása	4
Dr. Csomor Mihály: A hazai zúzmaramérések eredményei	10
Dr. Antal Emánuel: Agrometeorológiai szolgáltatás a konzervipar számára	14
Zárbok Zsolt: Az INKOP állomáshálózat	19
Dr. Szabó Emilné: Kislexikon	21
Dr. Endrődi Gabriella - Dr. Kozma Ferenc: Evapotranspirációs állomás-hálózat Magyarországon	22
Bozó Pál: Meteorológiai vándorgyűlés Zólyomban	24
Pándi Ferenc: Egy év az Antarktison	25
Czövekné Dr. Kaba Magdolna: Távprognosztikai módszerek a világban	29
Nyugalomba vonultak: Herendi Ferencné, Bencze Zoltánné, Bartha Károly	32
Dr. Szentimrey Béláné: Észlelőváltások	33
Magyarország Időjárása 1979 nyarán	34

BODOLAI ISTVÁN

1923-1979



A magyar meteorológusok ez év júniusában mély megrendüléssel búcsúztatták Dr. Bodolai Istvánt, az Országos Meteorológiai Szolgálat Tudományos Tanácsának titkárát, Időjárás című szakfolyóiratunk Szerkesztő Bizottságának elnökét, a Magyar Meteorológiai Társaság társelnökét, a Magyar Tudományos Akadémia Meteorológiai Tudományos Bizottságának titkárát, a kiváló munkatársat és oktatót, aki példás kötelességtudásával, szerénységével és segítőkészségével, amelyre mindenkor számítani lehetett, méltán érdemelte ki kollégái osztatlan szeretetét és tiszteletét.

Bodolai István 19 éves kora óta, 1942-től dolgozott a Meteorológiai Intézetben. Egyetemi tanulmányait a Meteorológiai Intézet ösztöndíjasaként kezdte el 1942-ben, és a háború okozta megszakítás után 1951-ben fejezte be. A „fizikai (meteorológiai) tudományok kandidátusa” címet 1954-ben nyerte el dolgozatával, amelyet a konvektív zivatarok aerológiai-szinoptikai feltételeiről írt.

Ettől kezdve az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Meteorológia szakán megbízott előadóként oktatói munkát is végzett, s az Országos Meteorológiai Intézetben, majd pedig az Országos Meteorológiai Szolgálatnál egész sor fontos és felelősségteljes munkakört töltött be.

1958 novemberétől osztályvezető, majd rövidesen az Előrejelző Főosztály vezetője. Az Országos Meteorológiai Szolgálat új szervezetének létrehozásakor a Központi Előrejelző Intézet igazgatóhelyettese, majd 1972-től igazgatója.

Operatív vezetői munkája mellett mindig igen jelentős kutatómunkát és tudományos szervezői munkát végzett. 1964-ben a szocialista országok meteorológiai és hidrometeorológiai szolgálatainak igazgatói konferenciáján őt választották meg a szocialista országok közös meteorológiai kutatásait koordináló nemzetközi bizottság elnökévé.

Bodolai István ezt a tisztséget a legnagyobb fokú elismerés mellett látta el, és ez a tény magában véve is hű képet ad kiváló személyi adottságairól, lelkiismeretességéről és munkájának színvonaláról. Túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a szocialista közösségen belül ő volt az egyik legismertebb és legmegbecsültebb szakemberünk, akivel könnyű volt büszkélkednünk.

Tudományos szervezői tevékenysége 1974-ben lépett új szakaszba. Ettől az időponttól kezdve az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöksége keretében, tudományos tanácsadóként dolgozott, s az ő vállán nyugodott a Tudományos Tanács munkája. Emellett ellátta a Magyar Tudományos Aka-

démia Meteorológiai Tudományos Bizottságának titkári teendőit, és 1974-től ő volt a Magyar Meteorológiai Társaság egyik társelnöke is.

Bodolai István volt a hazai meteorológiai tudományos közösség egyik legkiválóbb szakírója. De nemcsak írt, hanem ezen a területen is vállalt tudományos szervezői feladatot. Az „Időjárás” c. nemzetközi hírű szakfolyóirat Szerkesztő Bizottságában 1951 óta, tehát több, mint 28 éven át dolgozott. 1977 novembere óta e bizottság elnöke volt, és a veszteség, amely most érte tudományos közösségünket, ezen a területen is nagyon fájdalmas.

Az ő esetében valóban jogos a megállapítás, hogy megszállottja volt szakmájának. Példátlan buzgalommal, avatottsággal és szakmai kíváncsisággal kutatta a mezoszinoptikus légköri objektumok és folyamatok szerkezetét, és ezzel tudományunk egyik legnehezebb speciális területének első számú hazai kutatójává és nemzetközileg is ismert művelőjévé vált. Nagy veszteség a hazai-, sőt a nemzetközi meteorológiai tudomány számára is, hogy ezek az izgalmas, rengeteg új felismerést és ötletet felvető kutatások most félbeszakadtak. Tudunk arról, hogy Bodolai István sok éve dolgozott akadémiai nagydoktori értekezésén, amely éppen ezekről a kutatásokról adott volna beszámolót. Ez a munka már befejezéséhez közeledett. Csupán azt remélhetjük, hogy Bodolai Istvánné, váratlanul elvesztett munkatársunk felesége, aki kutató munkájában is társa volt, elég lelkiert érez majd arra, hogy sajtó alá rendezze ezt a kéziratot és ezáltal közvetítse a szakmai közösség számára azt az üzenetet, amelyet Bodolai István személyesen már nem adhatott át.

Dr. Bodolai István váratlanul és hirtelen távozott körünkből, és mindnyájunk szívében fájdalmas űrt hagyott. Június 4-én még dolgozott, részt vett az Akadémia X. osztályának ülésén, amely éppen a meteorológiai tudományok helyzetét vitatta meg. Ő jegyezte a vitában elhangzottakat, hogy az Akadémia elnöksége számára készülő előterjesztésben azokat figyelembe vehessük.

Másnap reggel kaptuk a megdöbbentő hírt, hogy többé nem találkozhatunk; soha többé nem segítheti munkánkat. Be kell érünk azzal, hogy példát mutatott nekünk szerénységből, szorgalomból és szakma-szeretetből. Nem kis cél, ha e példához méltóan akarunk élni és dolgozni!

Munkatársai és barátai

A Velencei-tó sugárzás- és hőháztartása

A VELENCEI-TÓ SUGÁRZÁSHÁZTARTÁSA

Földünk energiamérlegében különleges szerepet játszanak a vízfelszínek. Egyrészt kis visszaverőképességük nagyobb sugárzási energia elnyelését teszi lehetővé, másrészt fizikai sajátosságaiknál fogva a beérkező sugárzással szemben - más természeti felszínekkel ellentétben - homogénnek tekinthetők.

Az aktív felszín - ahol a sugárzási energia hőenergiává alakul - a talaj esetében csupán egy vékony felszíni réteg, ám a vízben a sugárzás sokkal vastagabb rétegben nyelődik el, szóródik és verődik vissza. A hőtovábbítás módja is eltérő a kétféle közegben; a talajban a hő döntő mértékben molekuláris vezetés útján, a vízben pedig elsősorban keveredéssel terjed. Ez utóbbi következménye az, hogy az elnyelt hőmennyiség a víz mélyebb rétegeibe is behatol.

Az állóvizek sugárzási rendszerének tanulmányozása világszerte már néhány évtizedes múltra tekint vissza. Az eredményeket azonban csak részben használhatjuk fel, mivel azok más éghajlati körzetekre, különböző mélységű és szennyezettségű tavakra érvényesek. Ezért hazai állóvizeink sugárzásháztartását és éghajlati sajátosságait helyszíni mérések elvégzésével kellett feltárunk.

Tavaink környezetében már évtizedek óta folynak meteorológiai megfigyelések, de közvetlenül a vízfelszín fölött csak az utóbbi néhány évben végünk rendszeres adatgyűjtést. A tavakra vonatkozó meteorológiai paraméterek hosszú sorozatai így a környező állomások hosszú adatsora és a tó fölötti megfigyelések eredményeinek kapcsolata alapján állíthatók elő.

Legjelentősebb állóvizeink sugárzás- és hőháztartásának, továbbá párolgási

veszteségének meghatározása céljából a Fertő tavon 1969-ben, a Balatonon 1971-ben, a Velencei-tavon pedig 1973-ban sugárzás- és hőháztartásméréseket kezdett el a KLFH Hő- és Vízháztartás Kutató Osztálya. A Fertő tó és a Balaton sugárzási rendszerével már korábban foglalkoztunk, a Velencei-tó ilyen vonatkozású elemzésére eddig még nem került sor.

Anyag és módszer

A Velencei-tó sugárzási viszonyait az 1973-1978-ban gyűjtött adatok alapján vizsgáltuk, és a kapott eredményeket összehasonlítottuk az 1971-74-ben folytatott Balaton-kutatás és az 1973-78-as időszakban gyűjtött Fertő tavi adatokkal.



A tavi mérőhely az agárdi parttól 300 m-re vízfelszín fölötti cölöppálláson helyezkedett el. A parti sáv meteorológiai viszonyait a Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Központ Velencei-tavi Kutatóállomásának műszerkertjében nyert adatok képviselték, a távolabbi környezetet pedig Martonvásár

meteorológiai megfigyelései reprezentálták.

Regisztráltattuk:

- a rövidhullámú globálisugárzást Kipp-Zonen termooszloppal;
- a víz- és a nádfelszín rövidhullámú reflexsugárzását a felszínnek fölött két méter magasan elhelyezett Janiszevskij-féle albedóméterrel;
- a beérkező és eltávozó hosszuhullámú sugárzást Schulze rendszerű egyenlegmérőkkel.

A sugárzási egyenleg és összetevőinek vizsgálata során az alábbi feladatokat megoldására törekedtünk:

- a Velencei-tó felszínére érkező rö-

vidhullámú globálisugárzás mérés útján történő pontos meghatározása egyetlen mérőhely alapján, amelynek adatait - a kis kiterjedésre való tekintettel - a tó egész területére érvényesnek fogadtuk el;

- a víz és a vízivegetáció által visszavert rövidhullámú sugárzás (albedó)

- feltárása a napszak és évszak, valamint a jégborítottság függvényében;
- a hosszúhullámú sugárzási összetevők elemzése;
- a víz- és a nádfelszín sugárzási egyenlegének meghatározása átlagosan és különböző időjárási feltételek között;
- a Velencei-tó sugárzási egyenlege és komponenseinek összehasonlítása a Balaton és a Fertő tó sugárzási összetevőivel.

A rövidhullámú sugárzásforgalom

A globálsugárzás

A Velencei-tó térségét a sokévi adatok alapján Magyarország napfényben gazdagabb tájai közé sorolják. A napfénytartam évi összege 1901-50 átlagában meghaladta a 2000 órát. A napfény bőség tehát az Alföld középső részével vetekszik (pl. Kecskemét: 2025 ó/év). (Kakas szerk.: Magyarország éghajlati atlasza II. kötet, Adattár, 1967).

A sugárzásmérések a tó környezetében 1959 óta Martonvásáron folynak, és így lehetőségünk volt arra, hogy ugyanazon a helyen e kutatási periódus (1973-78) besugárzását az 1959-72-es időszak globálsugárzásával hasonlítsuk össze. Martonvásáron 1973-78-ban a globálsugárzás átlagos évi összege ($96 \text{ kcal/cm}^2 \cdot \text{év}$) 4 %-kal kevesebb volt a kutatást megelőző 1959-72-es periódus besugárzásánál ($99 \text{ kcal/cm}^2 \cdot \text{év}$). Az 1973-78-as agárdi méréseink szerint a tó vízfelszíne át-

lagosan $105 \text{ kcal/cm}^2 \cdot \text{év}$ besugárzást élvezett. Ez a 9 %-os többlet Martonvásárhoz viszonyítva természetesen nem tulajdonítható a tó felhőoszlató hatásának, mint a jóval nagyobb kiterjedésű Balatonon; a két mérőhely felhőzeti megfigyelései sem támasztják alá ezt a feltevést. Mindössze arról van szó, hogy a Velencei tavon működte-tett korszerű termooszlopaink érzékenyebbek, mint a Martonvásáron alkalmazott Robitzsch-féle sugárzásíró (I. táblázat).

összegeiben még az azonos napfénytartamú napokon is jelentős különbségek állhatnak elő, egyrészt azért, mert a felhőzet a szerkezetétől függően különböző mértékben csökkenti a besugárzást, másrészt mivel a derült időszakok bekövetkezhetnek az erősebb besugárzású déli órákban ugyanúgy, mint a gyenge besugárzású reggeli, illetve esti órákban; ez a körülmény pedig azonos napfénytartam esetében is jelentős intenzitásbeli különbségeket hozhat létre.

I. táblázat:

A besugárzás átlagos napi összegei ($\text{gcal/cm}^2 \cdot \text{napi}$)

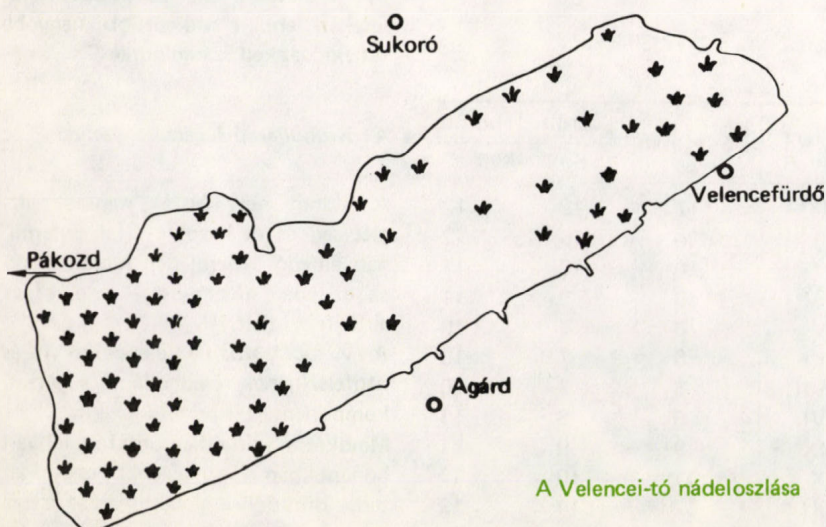
Hó	Martonvásár 1959-1972	Martonvásár 1973-1978	Agárd 1973-1978	(S)
I	80	75	85	(49)
II	134	146	161	(92)
III	236	251	277	(151)
IV	347	332	368	(140)
V	425	431	468	(152)
VI	492	462	500	(158)
VII	474	471	493	(144)
VIII	408	389	429	(122)
IX	304	279	316	(127)
X	198	175	196	(86)
XI	84	81	96	(61)
XII	58	62	72	(43)
$\text{kcal/cm}^2 \cdot \text{év}$	99	96	105	

A globálsugárzás napi összegeinek szórása (S) elég nagy, és jól tükrözi az egyes napok sugárzás-ellátottságának változékonyságát, amely éghajlatunk egyik jellemzője. A besugárzás napi

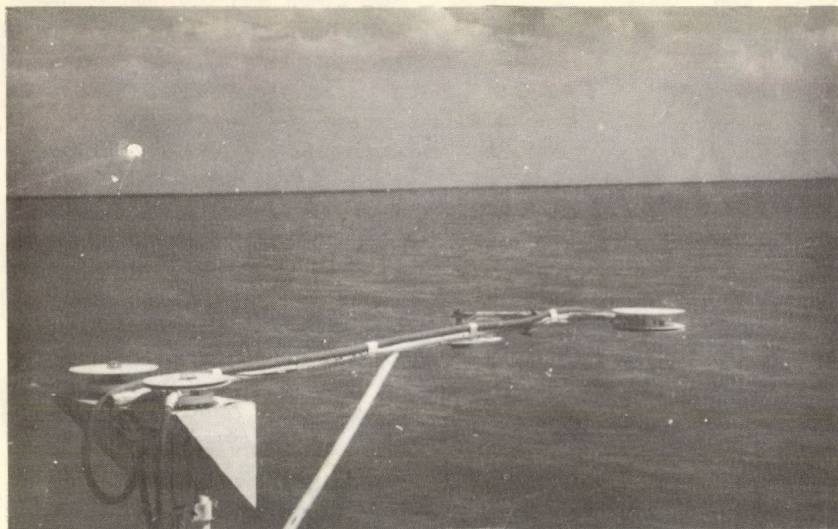
Végző soron, a kutatási időszakban évente átlagosan 105 kcal sugárzási energia érkezett a tó egységnyi felszínére. Ez az összeg közel van a sokévi átlaghoz (A Napsugárzás Magyarországon 1958-72. OMSZ Hiv.Kiadv. Magyarország Éghajlata 10. szám), így a Velencei tó sugárzás- és hőháztartási viszonyaira vonatkozó megállapításaink általános érvényűnek tekinthetők.

A tó vizének és nádállományának albedója

Valamely felszín albedója a beérkező és a visszavert rövidhullámú sugárzás hányadosa. A vízfelületek albedója kisebb, mint más természeti anyagoké. A vízfelszínre - mint a levegőtől eltérő törésmutatójú közeg határfelületére - érkező sugárzás egy része visszaverődik, másik része pedig irányt változtatva behatol a vízbe, és szétszóródik.



A Velencei-tó nádeloszlása



Ha sekély a víz, a fenéktalaj reflexiója növeli a visszaszórás mértékét. A rövidhullámú albedó tehát a felszíni visszaverődésből és a visszaszórásból áll. A felszíni visszaverődést a napmagasság, a beérkező sugárzás intenzitása, a közvetlen és a szórt sugárzás aránya, valamint a felszín érdessége, víz esetében a hullámmás mértéke szabja meg. A visszaszórás a víz átlátszóságának, mélységének és a fenéktalaj színének, illetve növényvel való borítottságának a függvénye.

Az albedó legfeltűnőbb sajátossága a napmagasságfüggés. Alacsony napállásakor, napkelte és napnyugtá táján magasabbak az albedóértékek, mint a déli órák magasabb napállása idején. Borult időjárás esetén a tó vizének albedója a nap folyamán alig változik, értéke a 30 fokos napmagassághoz tartozó, derült időjáráskor mért reflexiónak felel meg.

Az albedó évi menetét (III. táblázat) kevésbé változó nyári, és erősen ingadozó téli értékek jellemzik.

A téli értékek szóródását elsősorban a jég- és hóborítottság mértéke szabja meg. Nyáron a Velencei-tó albedója sekély volta ellenére közelebb áll a Balatonéhoz, ami azt jelenti, hogy tisztább vízű, mint a Fertő tó. A minimum az évi menetben május-június-júliusra - tehát az évi legmagasabb napállások időszakára esik. Télen a szórás (S) magas értékei azt mutatják, hogy az albedó a tavak befagyásától és hóborítottságától függően igen széles határok között ingadozhat. A jégmentes

Hó	Velencei tó		Fertő tó	Balaton
	%	S	%	%
I	26	19,3	23	31
II	20	9,0	17	22
III	10	1,7	11	11
IV	9	1,7	11	10
V	8	1,8	11	9
VI	8	1,7	11	9
VII	8	1,9	11	8
VIII	9	2,0	11	9
IX	9	2,2	12	11
X	11	3,0	13	12
XI	13	9,9	15	13
XII	20	10,3	19	19

Hó	átlagosan	derült	borult
		napokon	
I	17	19	12
II	14	16	12
III	10	10	11
IV	9	9	11
V	8	7	10
VI	8	7	10
VII	8	7	10
VI	9	8	11
IX	9	9	11
X	11	10	12
XI	12	14	12
XII	14	17	12

víz albedója és a szórás lényegesen kisebb télen is.

A derült és borult napok albedóinak évi menete - a napi változáshoz hasonlóan követi a napmagasság évi változását; alacsony napállások idején (télen) a borult napok albedója 4-6 %-kal kisebb, magas napálláskor (nyáron) 1 %-kal nagyobb, mint a derült napoké.

A III. táblázat a nádállomány reflexiójának évi változását szemlélteti.

Hó	Parti sávban	Belső területen
I	19	19
II	16	17
III	11	15
IV	12	12
V	14	17
VI	18	23
VII	18	23
VIII	17	21
IX	16	22
X	16	20
XI	16	21
XII	16	19

A nádas albedója télen nem olyan magas, mint a sima, befagyott vízfelszíné. Márciusban, áprilisban, amikor az új nád növekedni kezd, az albedó még alig különbözik a szabad vízfelületétől. Később a növényzet fejlődésétől és sűrűségétől függően gyorsan nő, és maximumát a virágzás idején: júniusban, júliusban éri el. A Velencei tavon a parti sávban mért albedó a ritkább állományú területekre jellemző. A belső területeken, ahol a nád sűrűbb, nagyobb reflexióval kell számolnunk.

A rövidhullámú sugárzás egyenleg

A földrajzi hely, évszak, napszak, vízmélység és átlátszóság által determinált albedó ismeretében kiszámítható az az energiamennyiség, amelyet az aktív felszín elnyel.

A IV. táblázatban a Velencei-tó víz- és nádfelszínének rövidhullámú sugárzási komponenseit ismertetjük.

Mindkét felszín reflexsugárzása a nyári hónapokban a legmagasabb, nagyságát tehát döntően a globálsugárzás szabja meg, és csak kisebb mértékben befo-

lyásolják a felszín anyagi tulajdonságai.

A rövidhullámú reflexió következtében fellépő energiavesztés a vízfelszínen 10-11 kcal/cm², a nádason 16-17 kcal/cm² évente. Ha a reflexió értékét a globálisugárzásból levonjuk, megkapjuk az elnyelt energia mennyiségét. Ez évi összegben a vízfelszínen kb. 95, a nádason 89 kcal/cm² energiamennyiséget jelent. Ebből azonban jelentős mennyiség veszendőbe megy hőkisugárzás formájában.

A felszín az elnyelt energia jelentős részét a hosszuhullámú tartományban kisugározza. A kisugárzás a felszín hőmérsékletétől és emisszióképességétől függ. A légkör gázmolekulái, a vízgőz, a felhőzet és a szennyezőanyagok szintén sugároznak a hosszuhullámú tartományban. Ennek a kisugárzásnak a felszín felé irányuló összetevője a légköri visszasugárzás, amelynek nagysága mindenképp a levegő hőmérsékletétől, nedvességtartalmától, a felhőzetétől, valamint a levegőben lévő szennyezőanyagoktól függ. A visszasugárzással csökkentett kisugárzás, a felszín tényleges hosszuhullámú sugárzásvesztése az effektív kisugárzás, másnéven hosszuhullámú sugárzási egyenleg.

Az effektív kisugárzás alakításában nagy szerepet játszik a felszín és a felszínközeli légréteg állapota.

A hosszuhullámú kisugárzás egyenesen

arányos a felszín hőmérsékletével. Napi változása pontosan követi a vízfelszínhőmérséklet napi menetét: az abszolút értékben vett minimum napkelte körül, a maximum 15-16 órakor áll be, mégpedig függetlenül a felszín fölötti légtömeg meteorológiai viszonyaitól. Évi menetben a kisugárzás maximuma a víztömeg felmelegedésétől függően általában júliusra vagy augusztusra esik.

A hosszuhullámú visszasugárzás késve követi a felszínközeli levegő hőmérsékletének és gőznyomásának napi menetét, mivel a visszasugárzott energia a lassabban felmelegedő vagy lehűlő magasabb légrétegek hőmérsékleti és nedvességviszonyaitól is függ. Ezért derült napokon a visszasugárzás maximuma 21-22 órakor következik be. A visszasugárzás alakításában nagy szerepet játszik a borultság is.

Az effektív kisugárzás napi menetét a kisugárzás és a visszasugárzás együttes alakulása szabja meg. Télen a jeges felszín kisugárzásának napi ingása jóval kisebb, mint a vízfelszíné, és a téli fél évben mindig kisebb, mint nyáron. Derült időjárás esetén az abszolút értékben vett maximumot nyáron 14-15, télen 12 órakor mértük. A felhőzet jelenléte az itt jellemzett napi menetet döntő módon megváltoztatja. Borult időben az effektív kisugárzás napi összege kb. 1/3-a a felhőtlen égboltnál mért sugárzásvesztésnek. Változó

felhőzetű napok effektív kisugárzása pedig közelebb áll a derült napokéhoz, mint a borultakéhoz.

Az effektív kisugárzás évi menetét az V. táblázat mutatja be.

Hó	Vízfelszín		Nádas	
	E _{eff}	%	E _{eff}	%
I	-2,6	136	-2,5	119
II	-3,0	81	-2,9	76
III	-4,0	52	-4,2	55
IV	-4,0	40	-4,0	42
V	-4,5	34	-4,4	35
VI	-4,3	31	-4,3	35
VII	-4,2	30	-4,3	34
VIII	-3,8	31	-3,7	33
IX	-3,3	38	-3,5	43
X	-2,7	50	-2,5	49
XI	-1,9	76	-1,8	75
XII	-2,3	128	-2,1	116
Év	-40,6	43	-40,2	45

A számadatokból látható, hogy évi menetben az effektív kisugárzás a maximumát mindkét felszínen május-júliusban érte el. A hosszuhullámú sugárzásvesztést az elnyelt sugárzás százalékában is kifejeztük, és a fenti táblázatban a kcal értékek alatt tüntettük fel. E százalékértékekből kitűnik, hogy pl. a vízfelszínen januárban és decemberben az energiavesztés 36, ill. 28 %-kal meghaladta a sugárzásbevételt. Ezekben a hónapokban a kisugárzott energia a tő mélyebb rétegeinek hőtartalékából vagy advekciónálján pótlódik. A nyári hónapokban azonban a hosszuhullámú sugárzásvesztés mindössze 30-40 %-a az elnyelt sugárzásnak.

Az elnyelt és kisugárzott energiamennyiségek különbsége eredményezi a felszín sugárzási egyenlegét.

A sugárzási egyenleg

A tőfelszín energiabevételét sugárzás-egyenlegének nagysága szabja meg, a-

Hó	Globál sugárzás	Vízfelszín		Nádas	
		Reflexs.	Rövid h.egy.	Reflexs.	Rövid h.egy.
I	2,6	0,7	1,9	0,5	2,1
II	4,5	0,8	3,7	0,7	3,8
III	8,6	0,9	7,7	1,0	7,6
IV	11,0	0,9	10,1	1,3	9,7
V	14,5	1,2	13,3	2,0	12,5
VI	15,0	1,3	13,7	2,8	12,2
VII	15,3	1,3	14,0	2,7	12,6
VIII	13,3	1,2	12,1	2,3	11,0
IX	9,5	0,9	8,6	1,5	8,0
X	6,1	0,7	5,4	1,0	5,1
XI	2,9	0,4	2,5	0,5	2,4
XII	2,2	0,4	1,8	0,4	1,8
Év	105,5	10,7	94,8	16,7	88,8

mely az alábbi egyenlettel írható le:

$$R = G(1-A) - E_{\text{eff}}, \quad (1)$$

ahol: G = a rövidhullámú globálisugárzás,

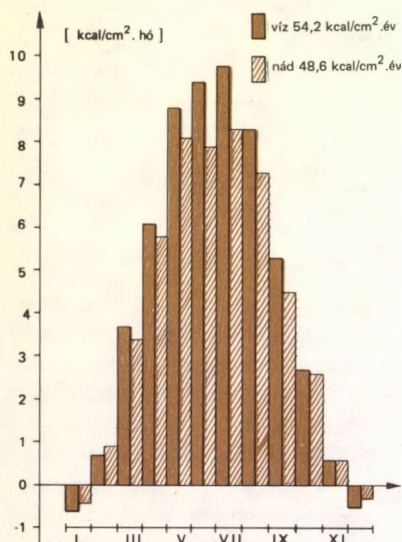
A = az albedó,

$G(1-A)$ = a rövidhullámú egyenleg,

E_{eff} = a felszín hosszuhullámú sugárzástörvénye.

A vízfelszín sugárzásháztartása - amint a bevezetőben utaltunk rá - eltér más természetes felszínek egyenlegétől. Az eltérés oka a különféle felszínek albedójában és effektív kisugárzásában mutatkozó különbség.

A Velencei-tó víz- és nádfelszínének sugárzásegyenlegét az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra

A Velencei-tó sugárzásegyenlege
(kcal/cm².hó)

A rövid és a hosszuhullámú összetevőkből nyertük a teljes sugárzási egyenleget, azt az energiamennyiséget, amely advekciónapokon az aktív felszín hőháztartásának meghatározó tagja.

Tekintve, hogy a globálisugárzás és az albedó függése a napmagasságtól jelentős, a sugárzásegyenleg is függ a napmagasságtól, mégpedig a napállás növekedésével nő, de nem a globálisugárzás arányában. Az egyenleg és a globálisugárzás hányadosa tehát markáns

évi és napi menetet mutat. A hányados évi menetét a VI. táblázatban mutatjuk be.

VI. táblázat:

A sugárzási egyenleg és a globálisugárzás aránya

Hó	Velencei-tavon		
	átlag	derült nap	borult nap
I	-0,23	-0,32	-0,12
II	0,14	0,20	0,35
III	0,43	0,45	0,40
IV	0,55	0,60	0,41
V	0,60	0,62	0,48
VI	0,63	0,65	0,51
VII	0,64	0,68	0,49
VIII	0,62	0,65	0,45
IX	0,55	0,59	0,40
X	0,43	0,48	0,38
XI	0,23	0,02	0,25
XII	-0,27	-0,30	-0,09

Hó	Fertő tó	Balaton	Velencei nádas
I	-0,31	-0,22	-0,14
II	0,18	0,18	0,19
III	0,40	0,56	0,40
IV	0,52	0,61	0,51
V	0,56	0,61	0,55
VI	0,57	0,61	0,53
VII	0,59	0,66	0,54
VIII	0,52	0,58	0,55
IX	0,42	0,44	0,46
X	0,34	0,26	0,43
XI	0,04	0,11	0,24
XII	-0,16	-0,24	-0,13

A fenti arányszámokból kiderül, hogy a vízfelszín sugárzási egyenlege nagyobb, mint a nádasé, az állóvizek közül pedig a tisztább vizű Velencei-tó és a Balaton többet hasznosít a beérkező energiából, mint a Fertő tó. Télen a különböző felszínfajták között kisebbek a különbségek.

Feltűnő az arányszámok különbözősége a derült és a borult napokon. A Velencei-tó vízfelszíne márciustól októberig derült napokon átlagosan 25 %-kal több energiát hasznosít, mint a borult napokon, novembertől februárig viszont 10 %-kal kevesebbet. A

felhőzet ugyanis kettős hatást gyakorol a sugárzásegyenlegre: egyrészt a besugárzást csökkenti, másrészt viszont kisebb lesz hatására a kisugárzás okozta veszteség. Nyáron elsősorban a besugárzás csökkentése, télen viszont a kisugárzás csökkentése kerül előtérbe. A hányadosok télen nagy negatív értékek, különösen derült napokon, ami azt mutatja, hogy a kisugárzott energia jóval fölülmúlja a beérkező energia mennyiségét. Ekkor a szükséges hőmennyiség a tavak mélyebb rétegeiből vagy advekciónapokon pótlódik.

Az egyes nyári hónapokban a tó egy-egy felületére jutó 8-10 kcal képezi alapját a tó hőháztartásának, tehát ez az az energiamennyiség, amely a víz, a víz alatti talaj és a tó fölötti levegő felmelegítésére, valamint párologtatásra fordítódik.

A VELENCEI-TÓ HŐHÁZTARTÁSA

A Velencei-tó meteorológiai jellemzőinek vizsgálatához, az ott lezajló fizikai folyamatok (felmelegedés, lehűlés, párolgás) folyamatának tanulmányozásához alapvető fontosságú a vízfelszín sugárzási energiájának ismerete, mint a víztömeg hőháztartási rendszerének alapja. Matematikai formában a hőháztartás alapegyenletét a következőképpen írhatjuk le vízfelszínre vonatkoztatva:

$$R - LP - Q_{vt} - Q_l = 0, \quad (2)$$

ahol: R = a sugárzási egyenleg,

LP = a párolgásra fordított hőmennyiség,

Q_{vt} = a víz és a víz alatti talaj felmelegítésére fordított hő,

Q_l = a levegő hőforgalma.

Feltételezve, hogy a tó a vízfelszínt körülvevő nádövezettel együtt elég nagy ahhoz, hogy az advekciónapokon elhanyagoljuk, így a napból érkező, s a különböző veszteségek után megmaradó R sugárzási egyenleg fedezi - az energiamegmaradás törvénye szerint - a víz és a levegő felmelegítésére, valamint a víz párolgására fordított hőmennyiséget. Esetenként pedig a felszín kisugárzás útján történő hővesztésének pótlására a vízréteg hőtartaléka, illetve a levegő magasabb rétegei



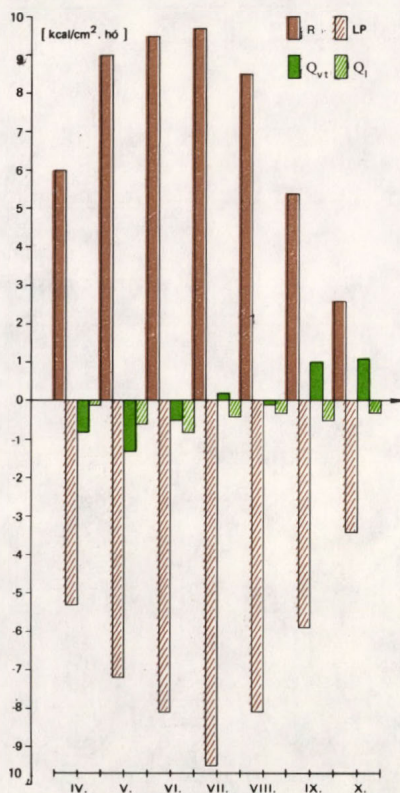
ből a felszín felé áramló hő szolgál.

A Velencei-tó hőháztartási komponenseinek komplex mérésére az április-október periódusban (a cölöpállás működésének időszakában) kerülhetett sor, s e mérések zavartalanul az 1973-77 közötti öt évben folytak. A fenti időszak átlagában a hőháztartási komponensek menete a 2. ábrán látható.

Az ábrán pozitív előjellel láttuk el azokat a hőmennyiségeket, amelyek a felszín számára energiabevételt és negatív előjellel azokat, amelyek kiadást jelentettek. Amint látható, a párolgási komponens (LP) mindig energiafogyasztóként jelenik meg, s maximumát július hónapban éri el. A levegő hőforgalma (Q_l) szintén hőt von el a felszín sugárzási egyenlegéből a vizsgált periódus minden hónapjában, a vízhőforgalom (Q_{vt}) viszont az őszi hónapokban egyértelműen a felszín felé irányul, vagyis számára energiabevételt jelent.

Április-október periódusban a sugárzási egyenleg 51 kcal hőjéből 48 kcal-t, vagyis 93 %-át a párolgás emésztette fel, s mindössze 0,4 kcal fordítódott a víz és 3,1 Kcal a levegő felmelegítésére.

Ha az LP komponens kalóriákban kifejezett értékét vízmilliméterekre számíttjuk át, akkor az energiaháztartás



2. ábra:
A hőháztartási komponensek havi
összegei a Velencei-tavon
1973-77-ben
 $gcal/cm^2 \cdot hó$

által megszabott párolgás hét havi összege a vizsgált öt év átlagában 793 mm-nek adódik, az alábbi havonkénti megoszlásban:

Hónap	P (mm)	Hónap	P (mm)
IV.	88	VIII.	135
V.	120	IX.	98
VI.	136	X.	57
VII.	159	IV-X.	793

Tavainkon, s köztük a Velencei-tavon végzett párolgászámításaink szerint az évi párolgásvesztesség 87 %-a az április-október periódusra esik. Ennek figyelembevételével a 793 mm hét havi összeghez 911 mm évi párolgásérték tartozik.

A Velencei-tavon és a környezetében végzett energiaháztartásmérések és kutatási eredmények lehetővé tették, hogy megismerjük a tó sugárzás- és hőháztartási rendszerét, kiszámítsuk párolgását. Tekintettel arra, hogy a párolgászámítást egyéb módszerekkel is elvégeztük, és ezek a módszerek megkövetelték a különböző meteorológiai elemek vízfelszín fölötti alakulásának ismeretét, méréseinket ezekre az elemekre is kiterjesztettük, s az eredményeket egy későbbi dolgozatban ismertetjük.

Nagyné dr. Dávid Aranka

A HAZAI

ZÚZMARA

A zúzmara a tél folyamán rendszertelenül előforduló ún. mikrocspadék, nem a felhőből aláhulló, hanem a földfelszín tereptárgyain képződő kicsapódás. Előfordulása meghatározott időjárási folyamatokhoz kötött, és szoros kapcsolatban áll a felszín domborzati viszonyaival.

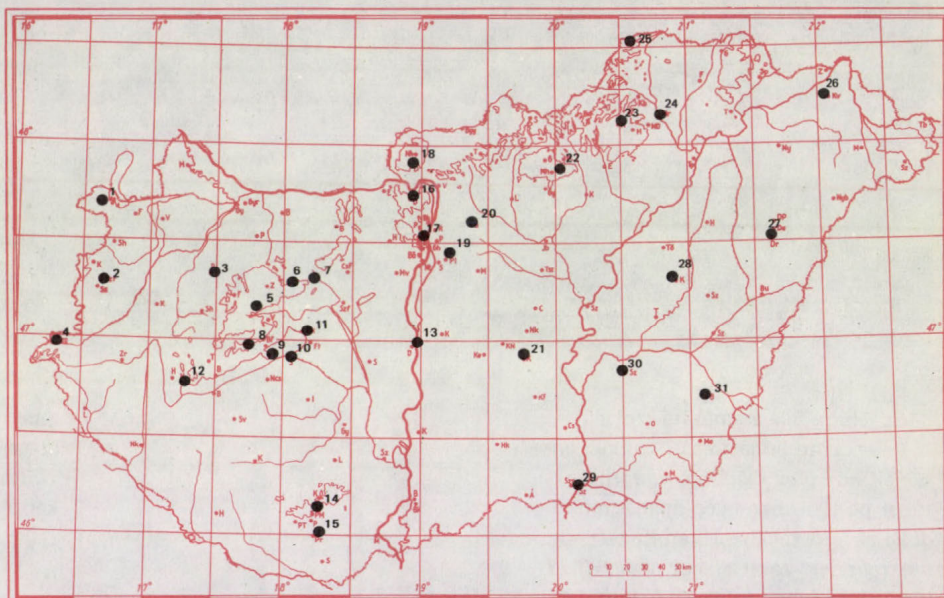
Megjelenési formáját tekintve megkülönböztetünk három féle (finom- durva- és jeges durva) zúzmarát.

A finom vagy kristályos zúzmara finom jégtűkből áll, amelyek túlnyomórészt kifagyás útján keletkeznek, s szélszenes vagy gyenge légáramlású időjárási helyzetekben rakódnak le a tereptárgyakra. Szélszend esetén a lerakódás minden irányban egyenletes, míg gyengén szeles időben a légáramlásnak kitett oldalon növekszik. A finom zúzmara a

lerakódási felületről letisztítható, rázásra könnyen lehullik. A durva zúzmara időjárási fronthoz kötött jelenség. Keletkezéséhez kedvező feltétel a nedves, viszonylag enyhe légáramlás, túlhűlt köd- és felhőcsepceské jelenléte, amelyek a fagyos, hideg tereptárgyakhoz ütdöve lerakódnak. A durva zúzmara meglehetősen szilárdan tapad, de rázásra még érzékeny.

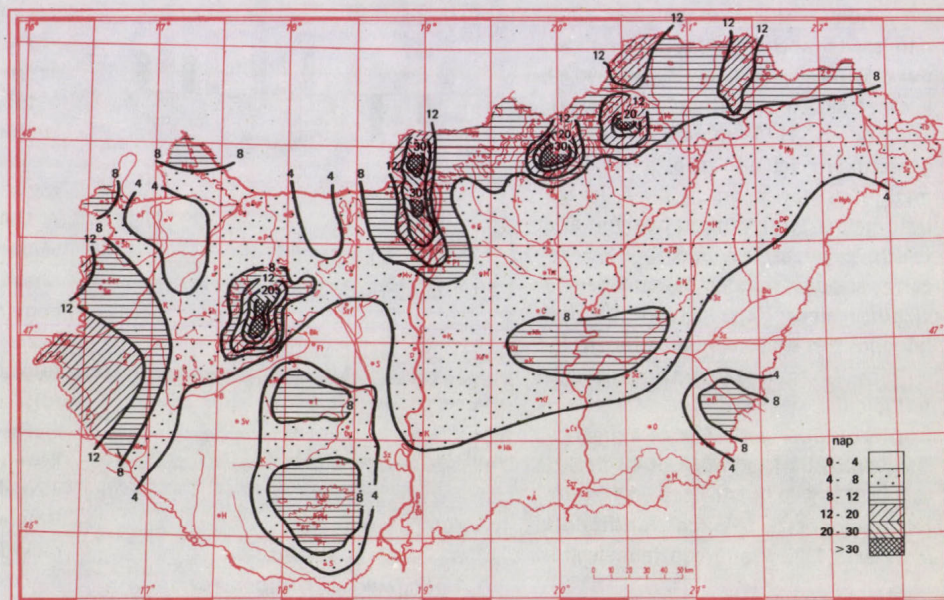
A jeges durva zúzmara formátlan, részint átlátszó jégbevonat, amelynek felszíne erősen göröngyös. Túlhűlt, nagyobb köd- és felhőcsepceskékből keletkezik, amelyek a halmazállapotváltozás előtt a tárgyon, annak felszínével párhuzamosan terjednek ki. Rázásra ez már nem hullik le, csak olvasztással távolítható el.

A zúzmarának haszna és kára is van. Haszna főleg abban rejlik, hogy jelentős vízbevitelhez juttatja az erdőtalajt. Káros hatása egyrészt a fák ágainak letörésében, másrészt a távvezeték rendszerek megrongálásában nyilvánul meg. Ez utóbbi esetben nemcsak a kidőlt oszlopok és a leszakadt vezetékek helyreállítási költségeire kell gondolnunk, hanem az üzemekben bekövetkező temelésekiesésekre, közlekedési zavarokra, az áramszünet miatti számos kellemetlenségre is. Kísérleteket folytattak már a zúzmarásodás megelőzésére, illetve hatásainak csökkenté-



1. ábra:

A zúzmaramérő állomáshálózat



2. ábra:

A zúzmarás napok száma 1968/69-1977/78-ban

MÉRÉSEK EREDMÉNYEI

sére, de elfogadható megoldás napjainkig még nem született. Így jelenleg a nagyobb károk elkerülésének módja a távvezetékek megfelelő méretezése a meteorológiai és domborzati tényezők figyelembevételével.

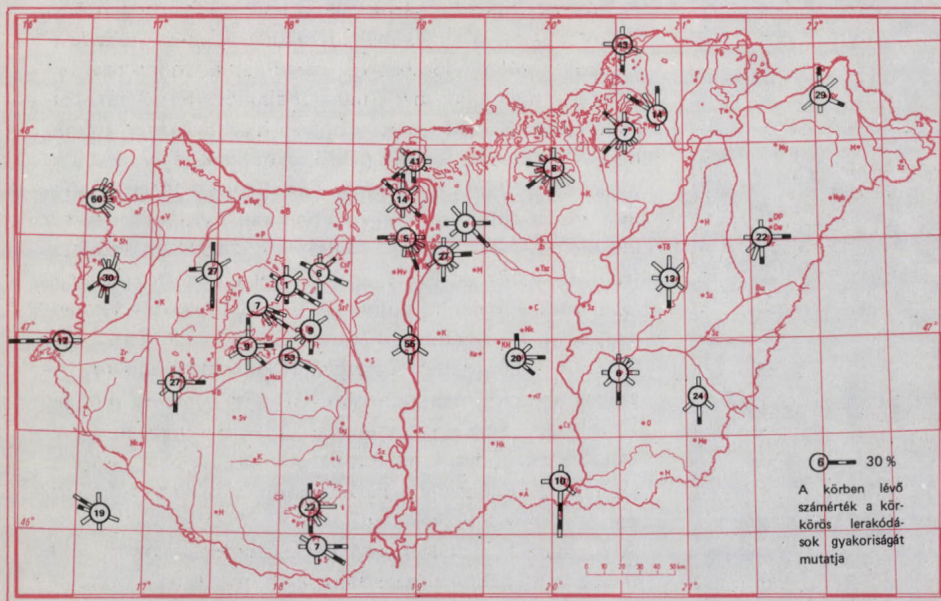
A ZÚZMARA MEGFIGYELÉSE ÉS MÉRÉSE

A zúzmara vizuális megfigyelésének kezdő időpontja gyakorlatilag egybeesett a többi klimatológiai elem rendszeres megfigyelésének időpontjával. E vizuális megfigyelés közel 100 éven át abból állt, hogy megkülönböztették a finom és a durva zúzmarát, s a 0, 1, 2 indexszámokkal utaltak a megfigyelt jelenség erősségére.

Minthogy a szilárd halmazállapotú bevonatok a híradástechnika és az elektromos energiaszállítás szabad vezetékein figyelembe veendő terhelést jelentenek, ezért és más gyakorlati igények következtében szükségessé vált, hogy a vizuális zúzmara észleléseket műszeres mérések váltsák fel.

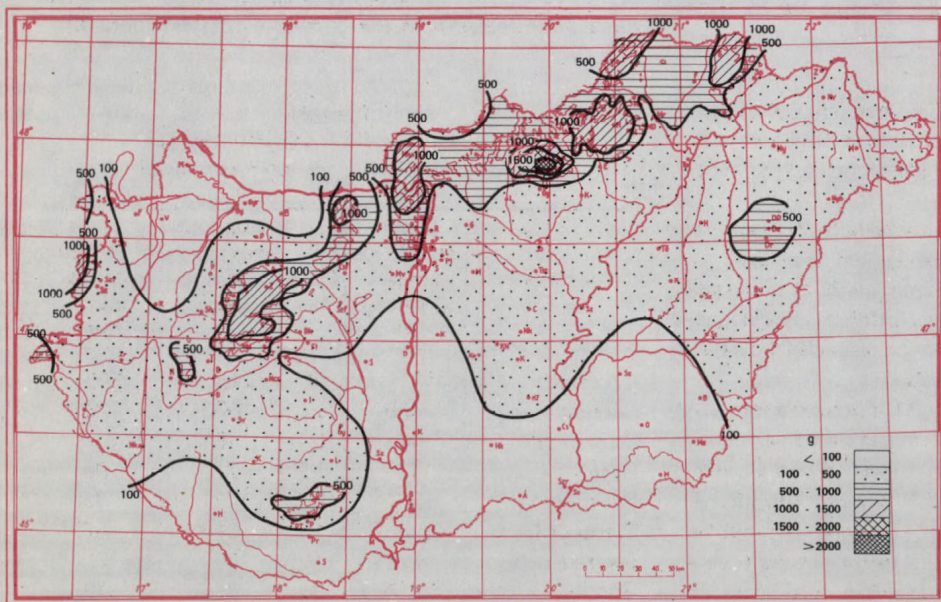
A magyarországi zúzmaramérő hálózat megszervezésére 1966-ban került sor, s a hálózat 67/68 év telén kezdte el rendszeres működését 20 állomással. Az állomások számát az indulást követő négy évben fokozatosan fejlesztettük fel 20-ról 31-re úgy, hogy azok eloszlása az ország területén nem egyenletes, hanem a hegyvidéken sűrűbb, az Alföldön ritkább, a zúzmara térbeli eloszlásának megfelelően (1. ábra).

A hazánkban alkalmazott zúzramamérőműszer közös állványra szerelt 4 db 1 m hosszú távvezeték mintadarabból áll, amelyeknek átmérője 5 vagy 14 mm. A 31 állomás közül 18 állomáson a nemzetközileg elfogadott 5 mm-es átmérőjű vezeték, 10 állomáson pedig a hazai igények szerinti 14 mm-es átmérőjű vezeték méri a lerakódásokat. További három állomáson összehasonlító mérések folynak a kétfajta vezeték-típus között. A műszer tájolása olyan, hogy 2-2 felfogó drót az É - D, ill. a K - Ny-i irányra áll merőlegesen (kép).



3. ábra:

A lerakódások irányának gyakorisága 1968/69 - 1977/78-ban

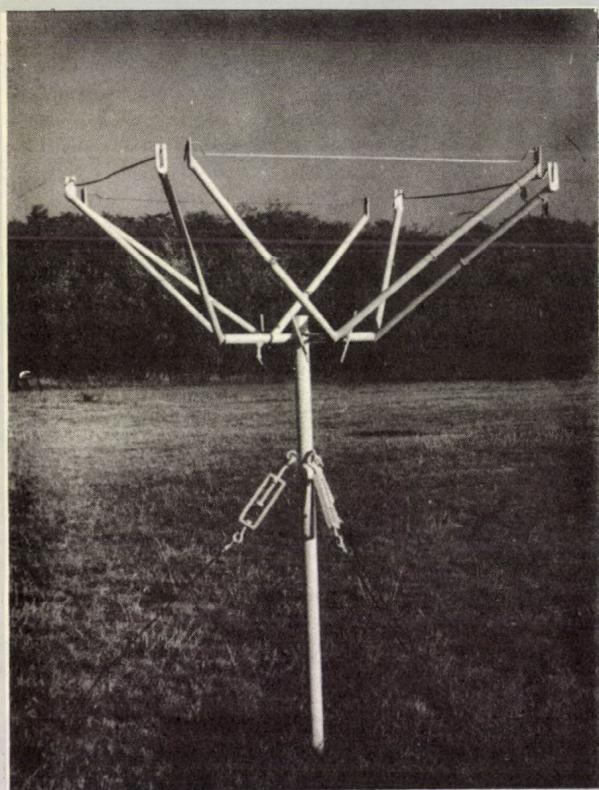


4. ábra:

A maximális lerakódási tömegek 1968/69 - 1977/78-ban

A ZÚZMARA ELŐFORDULÁSÁNAK TÉR- ÉS IDŐBELI ALAKULÁSA MAGYARORSZÁGON

A zúzmara tér- és időbeli alakulásának vizsgálatára történtek már kísérletek hazánkban, 70 meteorológiai állomás 1956/57 - 1965/66. évek közötti vizuális megfigyelési adataira alapján. Az előbbieken ismertetett zúzmaramérő hálózat birtokában módunk volt a korábbi adatbázis kibővítésére és újabb feldolgozások elvégzésére az 1968/69 - 1977/78. közötti periódust illetően. Eredményeink szerint



A zúzmaramérő műszer

az utóbbi 10 évben országos átlagban évenként 6,4 zúzmara nap fordult elő, de ez a szám évről-évre lényegesen változott, a korábbi 10 éves átlaghoz képest pedig 1,6 nappal kevesebbnek adódott.

A térbeli eloszlást szemléltető 2. ábrán látható, hogy hazánk legzúzmarásabb tájai hegyvidékeinken találhatók, ahol a zúzmarás napok átlagos évi száma a 30-at is meghaladja. Ezeken a területeken a tengerszintfeletti magasságnövekedés és a megfelelő terepviszonyok egyaránt közrejátszanak a zúzmarakiválás fokozódásában.

A lerakódási irányok vizsgálatára a 31 műszeres állomás adatait dolgoztuk fel. Ezek az információk a távvezetékek tervezésekor igen hasznosak, mert ismeretükben a veszélyes helyek kikerülhetők. Amint a 3. ábrából kitűnik, néhány mérőhely kivételével a délies komponensek minden állomáson megtalálhatók. Az északi- és nyugati irányok a nagyobb tengerszintfeletti magasságokban fordulnak elő gyakrabban, míg Szentgotthárdon szinte kizárólag a nyugati irány. Itt, az Alpokból völgyi szél formájában, lassú á-

ramlással összefolyó hideg levegő adja a lerakódások mintegy 60 százalékát.

Az állomások jelentései alapján megvizsgáltuk továbbá, hogy a lerakódások fő formái (finom zúzmara, durva zúzmara, jeges durva zúzmara, ónos jégbevonat, nedves- és fagyott tapadó hó), milyen hosszú időn át képződnek az egyes helyeken. A feldolgozásból kitűnt, hogy a leggyakrabban időtartam 2-4 óra közé esik. Előállítottuk továbbá a lerakódások tartamgyakoriságára vonatkozó empirikus eloszlásfüggvényeket 6 körzetre, s ennek alapján megállapítottuk a legalább 10 órán át képződő lerakódások előfordulási valószínűségeit. Ez az Alföldön 10, a Mátrában 23, a Bakonyban 25, a Mecsekben 26, a Dunazugban és a Börzsönyben 44 százalékának adódott.

A zúzmara okozta károk elkerülésére való törekvésben nélkülözhetetlen a maximális lerakódások mennyiségének és azok területi eloszlásának ismerete. E vonatkozásban műszeres méréseink máris felhasználható információt szolgáltatnak. Mindenekelőtt azonban meg kell jegyeznünk, hogy a lerakódási formák közül az ónosodó jégbevonata és a tapadó hó különféle formái függetlenek a tengerszintfeletti magasságtól és a helyi domborzati formáktól, mert a kialakulásukhoz kedvező feltételek általában időjárási fronthoz kötöttek. Ezért, amikor ezek a formák „tisztán”, azaz önmagukban fordulnak elő kárt okozó mértékben, nagyságuk a távvezeték méretezésére mérhető nem lehet. Pl. ónos jégbevonatból a vizsgált 10 év során Gödöllőn, országos abszolút maximumként 316 g/fm terhelést mértek. Ismeretesebbek még egyéb esetek is - pl. Baranyában vagy a Bükkben -, amikor a jégbevonat komoly károkat okozott. Hasonló mondható el a tapadó hóról is, bár ez utóbbi ritkán ér el veszélyes mértéket.

A zúzmara különféle formáinak előfordulása - mint említettük - elsősorban a tengerszintfeletti magasság, a domborzati tényezők, ezen belül is a mikroklimatikus viszonyok függvénye. Fentiek illusztrálására készítettük el az 1. táblázatot, amelyben az állomásokat tengerszintfeletti magasság szerint rendeztük, s kigyűjtöttük az ott mért abszolút maximális tömegeket a 14 mm átmérőjű vezetékre vonatkoz-

1. táblázat:

A 10 évi maximális lerakódási tömegek a tengerszintfeletti magasság függvényében

Állomás neve	Tengerszintfeletti magassága m	Fajta	Abszolút max. lerakódási tömeg g	Abszolút max. átmérő mm
Kékestető	1015	02	2160	300
Hárskút	480	02	1020	126
Csőszpuszta	461	02	584	102
Nagyirtáspuszta	420	16	738	100
Isztimér	267	02	1022	82
Szentgotthárd	226	16	310	47
Szombathely	224	10	340	32
Gödöllő	218	08	316	78
Tihany	170	02	600	59
Debrecen	111	04	768	40

atva. A táblázat tartalmazza ezen kívül a lerakódás fajtáját és átmérőjét is.

A számadatok alapján megállapítható, hogy a durva zúzmara képződéséhez kedvező domborzati körülmények esetén már a 267 m-es magasságban lévő Isztiméren is kialakulhat a síkvidékre szabványosnak elfogadott 670 g/fm pótteher másfélszerese: de az Alföldön is előfordulhat mint pl. Debrecenben 768 g-os lerakódás, amely meghaladja az egyszeres pótteher értékét.

Megjegyzendő, hogy a zúzmara- és minden más szilárd bevonat mérése a talaj felett 2 m magasságban történik, a távvezetékek viszont kb. 10 m magasságban húzódnak. Irodalomból ismert az az összefüggés, hogy a 10 m-es magasságban a 2 m-ben mért lerakódás másfélszerese fordul elő. Ha tehát az általunk 10 év alatt mért abszolút maximális lerakódásokat vesszük figyelembe, akkor Kékestetőre a háromszoros pótteher szorzótényező ötszörösre, Hárskúton a másfélszeres két és félszeresre, Isztimérben a másfélszeres szintén két és félszeresre, Tihanyban az alig egyszeres másfélszeresre változik, s Debrecenben is előfordult több, mint az egyszeres pótteher.

Mindezekhez még hozzátartozik, hogy a feldolgozott 10 év zúzmarában szegény volt, amely figyelembe veendő az adatok értékelésekor.

A maximális lerakódások területi eloszlását a 4. ábra mutatja be a 14 mm-es átmérőre vonatkoztatva, g/fm egységekben.

Az országos abszolút maximális lerakódás - 2160 g - Kékestetőn fordult elő jeges durva zúzmarából. A Pilis, a Börzsöny, a Bükk és a Zempléni, valamint a Kőszegi hegyek magasabb részein is indokolt az 1000 - 15000 g-os érték berajzolása, a tapasztalatok alapján.

A Balaton vidékén az északi és a keleti partok zúzmarában gazdagabbak. Itt a déli irányból érkező, ködképződésre is hajlamos levegő túlhevült vízcseppecskéi a lankás hegyoldalakra ütközve a tereptárgyakon kicsapódnak, zúzmarás bevonatot hoznak létre. Fokozódik a zúzmara képződése a fölfelé mérsékeltlen szűkülő völgyekben, mivel a légáramlás sebessége a csatornahatás következtében megnő, vagyis nő

az időegység alatt a tereptárgyakhoz ütköző ködcseppecskék száma.

A távvezetékek zúzmaraterhelésének optimális méretezése céljából a Villamosenergiaipari Kutató Intézet megbízásából az elmúlt - 1977/78. és 1978/79. - két télen összehasonlító méréseket kezdtünk el Hárskúton, különböző vastagságú és különböző magasságban elhelyezett vezetékeken. Hárskút Veszprémtől északnyugati irányban 20 km-re fekszik, 480 m tszf. magasságban, a Bakony platóján. Maga a mérőállomás a legveszélyesebbnek minősített ún. nyereg-képződményben helyezkedik el. A vizsgálat céljára egy speciális műszerállvány készült, amelyen 6 m-es magasságban 14, 23 és 32 mm átmérőjű és 4x32 mm-es kötegvezetékek találhatók. Párhuzamos mérések folynak továbbá azonos keresztmetszetű régi típusú és új típusú ún. KORAL sodronyokon is. A mérés módszere azonos a 2 m-en alkalmazottal, azaz mérik a lerakódás átmérőjét, víztartalmát, formáját, irányát és fényképfelvételekkel egészítik ki a mért adatokat.

Az adatok elemzésekor összehasonlítottuk a 2 és a 6 m-es szintben mért lerakódások átmérőit, víztartalmát, formáját és irányát is. A régi típusú vezetékek vonatkozásában 66, a KORAL típusú sodronyokra 21 adatpárral dolgoztunk. A kapott főbb matematikai-statisztikai értékek a II. táblázatban szerepelnek.

Az adatokból megállapítható, hogy a vezetékek vastagságának növekedésével a magasabb szintben nő a zúzmara átmérője is, vagyis az eltérés a 2 m-ben mértekhez képest. Míg pl. a 14 mm-es sodronyon csak 17, a 23-ason már 21, a 32-esen pedig 26 %-kal nagyobb átlagos vastagságok adódtak. A KORAL típusú sodronyoknál csak a fele eltérés mutatkozik a régi típusú sodronyokhoz képest.

A lerakódások tömegeinek összehasonlításakor szintén 66, illetve 21 értékpár állt rendelkezésre. A számítások során kapott adatokat a III. táblázat tartalmazza.

Látható, hogy a lerakódások tömegei közötti kapcsolat határozottabb és megközelíti az irodalomból ismert Szolomatin-féle empirikus összefüggést, azaz, hogy a 2 m-en mért lerakódás másfélszerese várható a 10 m-es magasságban. Az

II. táblázat:

A lerakódások átmérőinek összehasonlítása Hárskút, 1977/78, 1978/79

A vezeték		A lerakódás átmérője		Szórás	Eltérés a 2 m %-ában
típusa	magassága m	maximum mm	átlag mm		
R32	2	100	45,7	14,3	100,0
R32	6	176	57,6	29,6	126,0
K32	6	113	52,0	19,8	113,8
R32	2	101	41,3	16,6	100,0
R23	6	147	49,8	27,0	120,6
K23	6	111	45,5	21,6	110,2
R14	2	88	35,1	17,5	100,0
R14	6	221	41,0	29,4	116,8
K14	6	108	36,2	24,4	103,1

III. táblázat:

A lerakódások tömegeinek összehasonlítása, Hárskút, 1977/78, 1978/79

A vezeték		A lerakódás tömege		Szórás	Eltérés a 2 m %-ában
típusa	magassága m	maximum g	átlag g		
R32	2	684	19	17,4	100,0
R32	6	1080	18	21,4	95,9
K32	6	608	23	19,8	121,1
R32	2	748	11	13,0	100,0
R23	6	822	15	14,4	134,4
K23	6	552	18	14,0	165,1
R14	2	530	9	10,4	100,0
R14	6	1442	14	19,9	149,7
K14	6	448	14	12,5	153,4

R32-es sodrony esetében ez ugyan nem teljesül, de megjegyezzük, hogy a vezeték felállítása szakmai szempontból nem volt egészen megfelelő.

A különböző átmérőjű és különböző magasságokban lévő vezetékekre rakódott zúzmara alakjában és a lerakódás irányában számottevő, matematikai-statisztikai módszerekkel értékelhető különbségek nem adódtak.

A 2 m-es szintben néhány alkalommal többször fordult elő finom zúzmara és néhány esetben durva zúzmara képződött itt, amikor a 6 m-en jeges durva zúzmara keletkezett.

A lerakódási irányok között dominált a délkeleti, de a 2 m-es szintben gyakran fordult elő kelet-délekeleti irány is.

Hazánk zúzmara viszonyainak jelenleg bemutatott képét a további mérések birtokában pontosítani akarjuk. Kutatási területen pedig komplex vizsgálatokat tervezünk Hárskúton, az 1 km hosszú kísérleti távvezeték szakasz elkészültével, ahol a zúzmara mérésén kívül a hőmérséklet-, légnedvesség- és a szélsőbesség gradiensét, valamint a globálsugárzást és napfénytartamot is szeretnénk regisztráltatni.

Megoldandó feladat lenne továbbá a zúzmara mennyiségi előrejelzése, amelynek az áramszolgáltató vállalatok nagy hasznát vennék.

Dr. Csomor Mihály

Agrometeorológiai szolgáltatás a konzervipar számára

A zöldségtermesztés tervszerű szervezésében jelentős szerepet játszik az időjárás. Különösen a mennyiséget és a minőséget befolyásolja alapvetően, de kihat a vetés, a kelés, a virágzás, az érés is így a betakarítás időpontjának alakulására is. Ugyanakkor a feldolgozóipar fokozott követelményeket támaszt a zöldség- és gyümölcsstermesztéssel szemben.

A konzervgyár és a hűtőipar szerződéskötésekkel biztosítja maga számára a feldolgozáshoz szükséges nyersanyagot. A gyárak és a mezőgazdasági termelő üzemek közötti szerződéskötések *sokévi átlagban* ugyan garantálják a feldolgozáshoz szükséges nyersanyag mennyiségét, *az egyes években* azonban számottevő eltérés mutatkozik a szerződött és a ténylegesen beszállított mennyiség között. Ha kevesebb a nyersanyag, a konzervipar nem tudja a szállítási kötelezettségeit teljesíteni sem belföldi, sem export viszonylatban. Ellenkezőleg, nagy termés esetén a leszerződött mennyiségnél a mező-

gazdasági partnerek többet kívánnak beszállítani a gyárnak, ám az ipar csak annyi nyersanyagot tud átvenni, amennyivel a feldolgozó kapacitása meg tud birkózni. A többi áru egy része még értékesíthető esetleg más körzetben lévő feldolgozó iparnál vagy kereskedelmi vállalatnál, a termés egy része azonban vagy a gyár udvarán vagy a termőhelyen meg veszendőbe. Különösen a gyorsan romló áruféleségeknél (zöldborsó, zöldbab, paradicsom, szamóca, málna stb.) keletkezik így nagy veszteségek. A *nyersanyag évenkénti ingadozása* tehát az egyik típusú probléma (ld. pl. a paradicsom esetét az 1. ábrán), ami az időjárás változékonyságának köszönhető, s ami zavarokat okoz a konzervipari termelés egyenletes, nyugodt fejlődésében.

A második típusú probléma viszont az időjárás éven belüli alakulásának köszönhető. Képzeljük el, hogy egy adott konzervgyár 1200 vagon zöldborsó felvásárlására kötött szerződést 25

mezőgazdasági üzemmel. A gyár feldolgozó kapacitása napi 40 vagon. Ez azt jelenti, hogy a szerződött 1200 vagon zöldborsót 30 nap alatt tudná feldolgozni, ha minden nap egyenletesen hoznák be a termelőhelyről (a nyersanyag raktározása nem jöhet számításba, minthogy a kicsépeelt zöldborsót 4-5 óra alatt föl kell dolgozni, mert ennyi idő után megindul az erjedés). Az érés üteme azonban nem biztosítja az egyenletes szállítást. A betakarítási szezon kezdetén rendszerint 1-2 vagon érkezik be. Ez a mennyiség napról-napra emelkedik, s az érés csúcspontjában a gyár 40 vagonos napi kapacitását is meghaladó zöldborsót hoznak be. A betakarítás vége felé fokozatosan csökken a naponként beszállított nyersanyag, ugyancsak egy-két vagonra. Látható tehát, hogy a betakarítási időszak kezdetén és végén a gyár feldolgozó kapacitása nincs kihasználva, a csúcsidőben viszont nem képes a túlterhelést levezetni. Az egyenletes beszállítást erősen torzírtja a betakarítási

tást gátló csapadék is. A tenyészidőn belüli időjárás termékalakító hatását igen jól reprezentálja a 2. ábra, amely a paradicsom érés ütemére mutat be jó példát.

A zöldség- és gyümölcsfeldolgozóipar teljesítménye tehát az időjárás hatásainak erősen kitett, egyrészt a termés évenkénti ingadozásán, másrészt egy adott éven belül az érés ütemének szóródásán (összetorlódásán vagy széthúzódnán) keresztül.

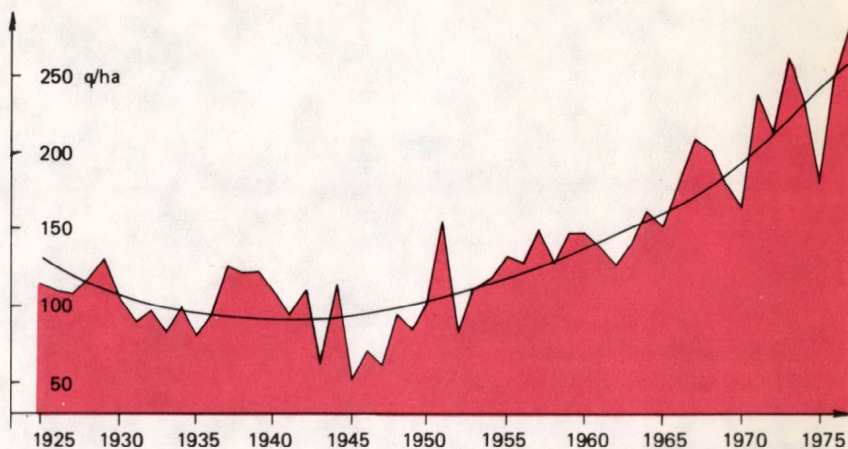
Fölvetődött a kérdés, hogy a meteorológia mint tudomány vagy mint operatív rendszer segíthet-e a konzerviparnak az előbb említett, s az időjárással kapcsolatos problémáján.

A válasz nem volt egyszerű és kézenfekvő. Első gondolatra úgy látszott, hogy a meteorológiai szolgáltatás ez esetben nem tud közreműködni. A gyárba beszállítandó termés mennyiségét ugyanis úgy lehetne évről-évre egyenletessé tenni, ha a kisebb termésű években nagyobb területre szerződne, a nagyobb termésű években pedig kisebb területre. Ez csak olyan meteorológiai információ birtokában volna lehetséges, amely minden évben előre leírná a ténylegesen várható időjárást az egész tenyészidőszakban. A tudomány mai állásánál erre még nincs lehetőség legfeljebb csak az „időjóslók” „időjárás naptáiraiban”. A vetés időpontjában nem tudunk pontos előrejelzést adni az érés időszakára (3-4 hónap) sem, így a betakarítás egyenletessége sem befolyásolható az időjárás előrejelzések figyelembevételével hozható termelési döntésekkel.

A meteorológiának azonban van egy ága, az agrometeorológia, amely (az időjárás és a növény fejlődésével foglalkozik) éppen ilyen esetekben tud segítséget nyújtani. Egyrészt a hosszú sorozatú klímaadatok alapján a gyár termelési körzetében (egy-egy esetben 50-70 km-es körzetben) az éghajlat és a változatos talajféleségek függvényében (3. ábra) megkeresi azokat a termőhelyeket, ahol az adott zöldségféle korábban és később ültethető, s így korábban vagy később is érik. Másrészt a fény-, hő- és vízigény ismeretében javaslatokat tesz a vetési időpontok széthúzására, ill. a rövid-, közép- és hosszú tenyészidejű fajták megfelelő arányú összeválogatására. Mindezek az ajánlások lehetővé teszik a termésingadozás csökkenését, ill. a betakarítási időszak széthúzását. Sőt, az érés várható időpontja, valamint a termés várható mennyisége előrejelezhető, ha rendelkezésre állnak a megfelelő növényfejlődési modellek. A prognosztikai modellbe a vetés idején a sokévi átlagos klímaadatokat kell behelyettesíteni, s így kapunk egy sokévi átlagos termésmennyiség-, ill. érési időpont előrejelzést. A vetést követően azonban már az elmúlt nap tényleges időjárási adatai kerülnek a modellbe, s így a betakarítás napjához közeledve egyre pontosabbá válik az előrejelzés. Az érést megelőző 5-10 napban a modell

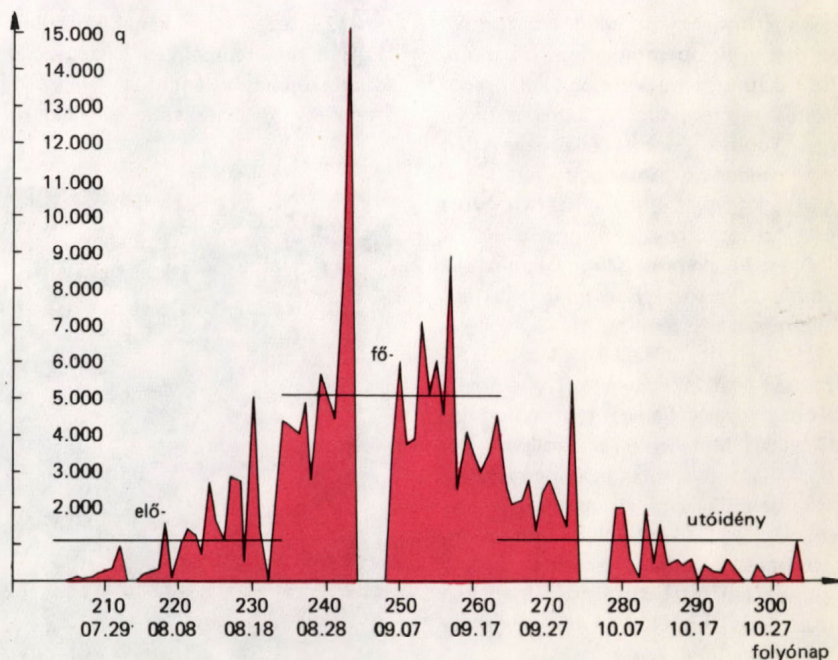
szerinti előrejelzés beválási valószínűsége 90-95 %.

Természetesen ilyen szolgáltatási rendszer bevezetéséhez mindenek előtt ki kell dolgozni a növény fejlődését előrejelző modelleket. Ezek alkalmazásához pedig részletes és pontos információ szükséges a termelési körzet időjárás és talaj viszonyainak naponkénti értékeiről, ill. a növényzet fejlődési állapotáról. E nagy tömegű adathalmazból naponta kell meghatározni a prognosztikai modelleket. Az információhalmaznak viszont minden nap be kell érkeznie a szakembe-



1. ábra:

A paradicsomtermés évenkénti ingadozása (q/hektárban) Magyarországon az időjárási hatások következtében



2. ábra:

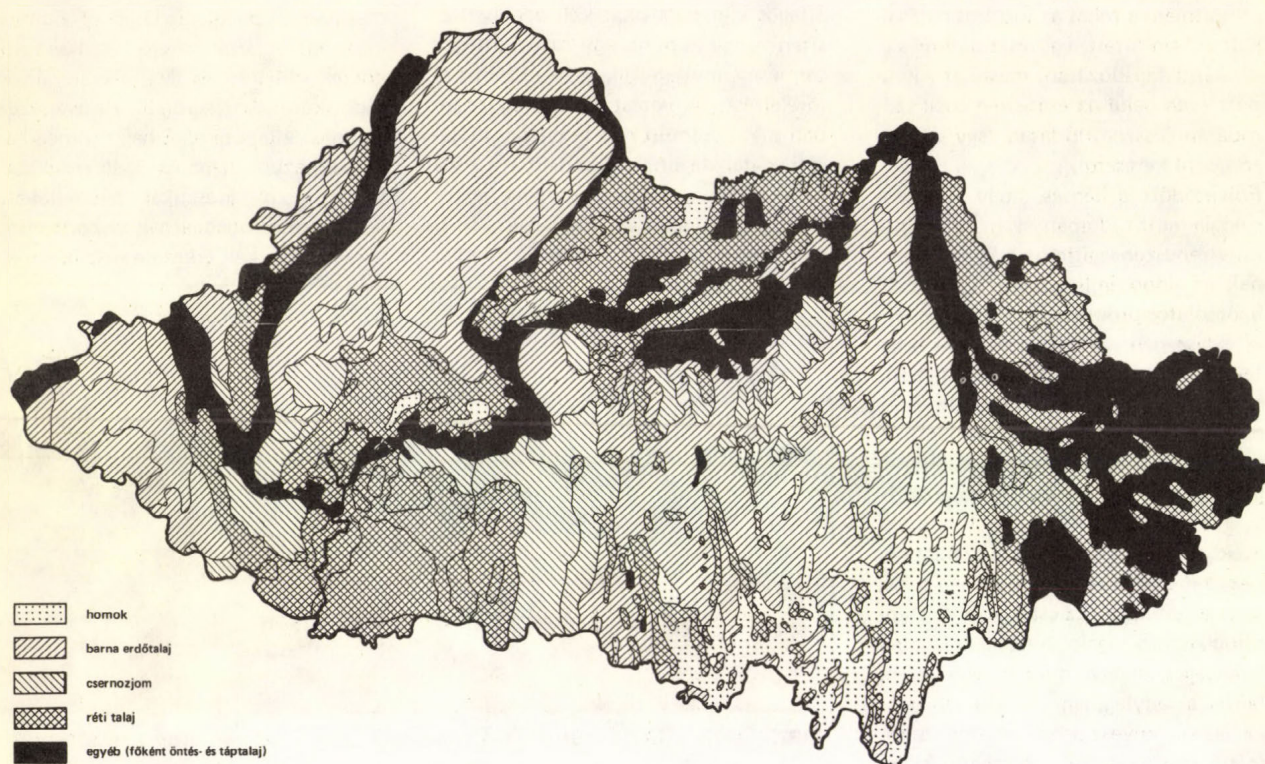
A Nyíregyházi Konzervgyárba naponként beszállított paradicsom 1973-77. év

rekhez előfeldolgozásra és értékelésre, majd továbbítani kell az anyagot a számítóközpontba. Ebből következik, hogy szükséges a gyors adattovábbító rendszer is. A fentiek szerint a kon-

kutató-fejlesztési szerződés, amelynek értelmében az OMSZ vállalta az adatgyűjtő és információközlő alrendszer kiépítését, a kutatómunkában részt vevő intézmények (szám sze-

rek, felszerelések és berendezések beszerzését, üzembehelyezését és működtetését.

A kutató-fejlesztési szerződés fő célja egy olyan konzervipari nyersanyagter-



Főbb talajtípusok a Nyíregyházi Konzervgyár hatáskörzetében

zervipari növények fejlődését szimuláló modellek operatív jellegű futtatásához bizonyos meteorológiai alapszerek megléte vagy kiépítése szükséges. Többek között nélkülözhetetlen egy minden információs igényt kielégítő adatgyűjtő alrendszer, a gyors és automatizált információközlő (hírközlő) alrendszer, valamint az adatfeldolgozó, a programokat futtató alrendszer (számítógép).

Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság megbízásából a Nyíregyházi Konzervgyár vállalkozott arra, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálat koordinálásával s több intézmény bevonásával előkészítő kutatásokat kezdeményez egy olyan mintarendszer kidolgozására, amely lehetővé teszi a komplexen integrált konzervipari számítógépes termelésirányítási rendszer bevezetését.

A fenti három intézmény között 1977-ben jött létre egy öt évre szóló

rint 11 intézet) munkájának koordinálását, a részeredmények összegezését és értékelését, valamint az alapszerek kiépítéséhez szükséges műsze-

meltetés komplex rendszerének a kidolgozása, amely majd szervesen illeszkedik a konzervgyárakban megvalósítandó számítógépes integrált irányítási

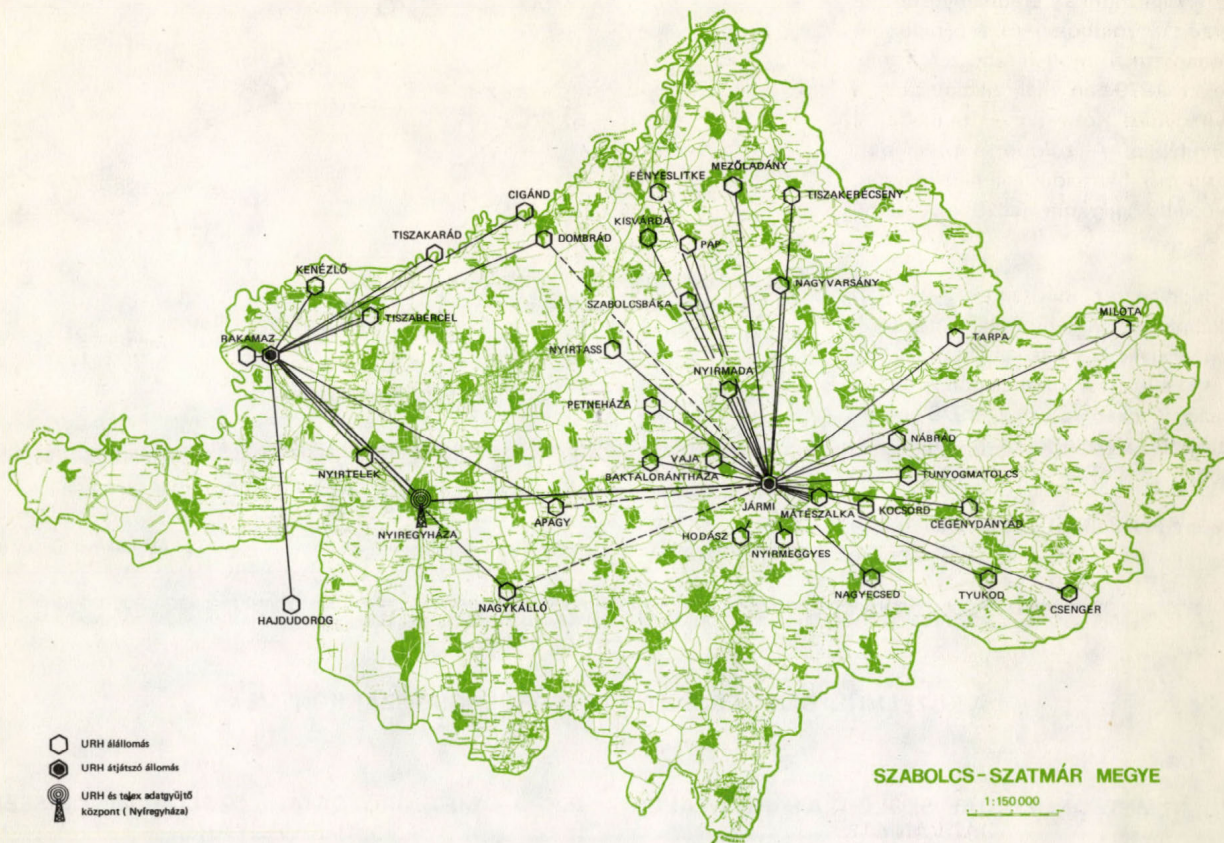


rendszerhez, s amely egyben lehetővé teszi majd

- a zöldség- és gyümölcstermesztés programozását a zöldborsó, a zöldbab, a paradicsom, az úrborka, az al-

- s végül lehetővé teszi az elért kutatási eredmények, részeredmények folyamatos gyakorlati alkalmazását és tanuló algoritmuskénti állandó továbbfejlesztését.

hogy Nyíregyházán agrometeorológiai obszervatóriumot létesít, aminek átadására ez év végén kerül sor. Az agrometeorológiai szolgáltatás operatív rendszerének kiépítésén túl a Meteoro-



4. ábra:
Integrált agrometeorológiai és zöldségtermeltetési hírközlő alrendszer

- ma és a számoca vonatkozásában mind a tenyészidőszak folyamán, mind pedig a vetést előkészítő, ill. a betakarítási munkafázisok során,
- a feldolgozásra kerülő konzervipari nyersanyag várható mennyiségének és az érési időpont prognosztizálását,
- az említett kulturák fejlődési ütemének, állapotának megbízható szimulálását és nyomonkövetését számítógépre programozott agrometeorológiai modellekkel,
- az operatív beavatkozás megalapozását.
- Biztosítja az információcserét a gyár és a mezőgazdasági partnerek között a kialakítandó hírközlő hálózaton keresztül,

A téma koordinálásán kívül az OMSZ-ra hárul az adatgyűjtő alrendszer kiépítése, amelyről „Az INKOP állomáshálózat” c. cikk számol be a LÉGKÖR ugyanezen számában. Ugyancsak Szolgálatunk vállalta az információközlő rendszer kiépítését, amely a postai távirat- és telefonrendszeren kívül a meteorológiai hálózatokban szokásos URH és telex rendszerből áll (4. ábra). Ezt kiegészíti még a 10 egységből álló automata távcsapadékmérő rendszer (5. ábra). Az adatgyűjtés, a helyszíni ellenőrzés, a hálózatfenntartás és a programok operatív futtatása budapesti „távírányítással” csak nehézkesen oldható meg, s gondolva a további agrometeorológiai szolgáltatásokra is, Szolgálatunk vezetése úgy döntött,

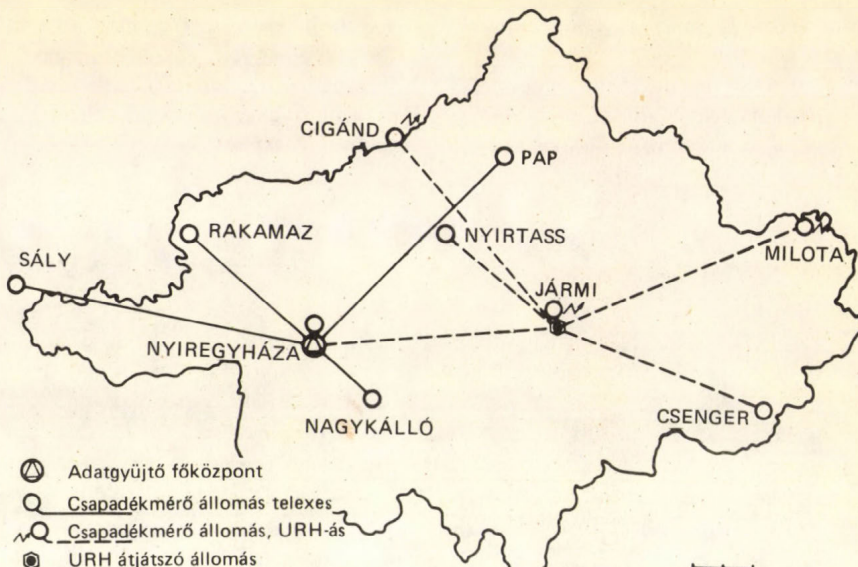
lógiai Szolgálatra hárul a kutató munka legnagyobb hányada is. Ezen belül fő feladatként a vetés, a virágzás, az érési időpontját, valamint a várható termésmennyiség előrejelzését lehetővé tevő prognosztikai modellek kidolgozását jelöli meg a szerződés. Ebben a munkában bekapcsolódik a Nyíregyházi Bessenyei György Tanárképző Főiskola Számítógépközpontja, valamint néhány szakértő is. Ugyancsak az OMSZ vállalta a prognosztikai modellek (fejlődési modellek) tesztelését a korábban említett konzervipari növényekre. Minthogy a modellek igazolásához, ill. a szükséges korrekciók elvégzéséhez közvetlen kísérletek szükségesek, így a különböző éghajlati körzetekben (Nyíregyháza,

Szarvas, Kecskemét, Martonvásár, Keszthely és Zalaegerszeg) nagyszabású agrometeorológiai kísérletek kezdődtek a zöldborsó, a zöldbab, az uborka, a paradicsom és a szamóca konzervipari növények bevonásával.

Az eddigi munkák eredményeként elkészült a zöldborsó és a paradicsom prognosztikai modell-rendszere, amelyeket 1979-ben már alkalmazunk a Nyíregyházi Konzervgyár termeltetési körzetében. A zöldborsó programot pedig már harmadik éve alkalmazzák, mégpedig igen meggyőző eredménnyel.

A kidolgozott módszerek gyakorlati alkalmazásának lehetőségét már több konzervgyár is kérte az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságtól. A Békéscsabai Konzervgyár már 1979-ben alkalmazta a zöldborsó prognosztikai modellt.

Az eredményekről és tapasztalatokról a kutatási periódust követően e

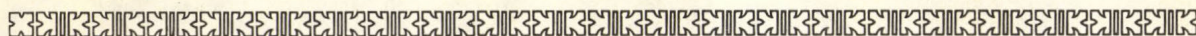


5. ábra:
Távcsapadékmérő hálózat

helyütt is számot adunk, hogy azzal is elősegíthessük a meteorológiai főállomások bekapcsolódását a közel jövőben kiszélesedő agrometeorológiai

szolgáltatások munkálataiba a konzervipar és a hűtőipar számára.

Dr. Antal Emánuel



A KÖZELMÚLTBAN MEGJELENT METEOROLÓGIAI SZAKKÖNYVEK

1. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS KIADVÁNYAI:

XL. kötet: **A Balaton éghajlata — A Balaton térségének éghajlati jellegzetességei, hő- és vízháztartása, bioklimája**
(Szerk.: **BÉLL BÉLA** és **TAKÁCS LAJOS**).
Budapest, 1974. 316 B/5 lap.
Ára vászonkötésben: 150,— Ft.

XLI. kötet: **A meteorológiai mezők statisztikai szerkezete**
(Szerk.: **CZELNAI, R.**, **L. S. GANDIN**, **W. I. ZACHARIEW**).
(Orosz és német nyelven).
Budapest, 1976. 364 A/4 lap.
Ára fűzve: 80,— Ft.

XLII. kötet: **A csapadék havi és évi összegei Magyarországon a mérések kezdetétől 1970-ig.**
HAJÓSY FERENC-KAKAS JÓZSEF-KÉRI MENYHÉRT
(Magyar és német nyelven).
Budapest, 1975. 356 A/4 lap.
Ára fűzve: 520,— Ft.

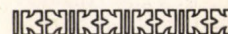
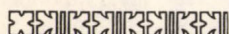
2. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT KISEBB KIADVÁNYAI:

44. szám: **A légköri hőmérséklet műholdas szondázásának kutatása Magyarországon**
MAJOR GYÖRGY — MISKOLCI FERENC — MOLNÁR GYULA
(Angol nyelven).
Budapest, 1978. 70 B/5 oldal.
Ára fűzve: 25,— Ft.

45. szám: **Az időjárás előrejelzésének komplex modellje**
TAKÁCS ÁGNES — TITKOS ERVIN
(Magyar és angol nyelven).
Budapest, 1978. 97 B/5 oldal.
Ára fűzve: 25,— Ft.

46. szám: **A latens hőfelszabadulás szerepe a szinoptikus skálájú mozgásrendszerek fejlődésében**
GÖTZ GUSZTAV
(Magyar és angol nyelven).
Budapest, 1979. 94 B/5 oldal.
Ára fűzve: 25,— Ft.

Megrendelhetők
az Országos Meteorológiai Szolgálat Gazdasági Osztályán,
Budapest, Kitaibel Pál utca 1. 1024. Levélcím: Budapest, 1525
Postafiók 38.



Az INKOP

állomáshálózat

A Nyíregyházi Konzervgyár komplexen integrált konzervipari számítógépes termelésirányítási rendszerét (INKOP) megalapozó kutató-fejlesztő munka keretében 1977 júniusa óta folyik az agrometeorológiai adatgyűjtő és információközlő alarendszer kiépítése a Nyíregyházi Konzervgyár hatáskörzetében (többségében Szabolcs-Szatmár megyében, de Hajdú-Bihar, illetve Borsod-Abaúj-Zemplén megye néhány területén is).

Az INKOP célkitűzéseinek a körzetben már régóta működő, az OMSZ alaphálózatához tartozó állomások száma mérési-megfigyelési programja nem bizonyult elegendőnek. Szükség volt speciális, agrometeorológiai megfigyeléseket végző alarendszer kialakítására. Előzetes tájékozódás és tapasztalataink, valamint a feladatok figyelembevétele alapján úgy láttuk, hogy mintegy 40, különböző felszereltségű agrometeorológiai állomás képes lesz a kívánt mennyiségű és minőségű információ begyűjtésére és továbbítására.

Magától értetődően az állomáshálózatunkba szervesen beépítettük a térségben működő standard szinoptikus és klímaállomásokat, programjukat - ahol szükségesnek látszott - az új igényeknek megfelelően kibővítet-

tük. Például a kisvárdai klímaállomás agrometeorológiai kutatóállomássá való fejlesztése 1977-ben kezdődött meg. A bővített program szerinti, 1978-tól kezdődő mérések hatféle zöldség- és gyümölcskultúra víz-igényének, nedvességellátottságának, öntözővíz szükségletének meghatározását is lehetővé teszik.

Az adatgyűjtő alarendszert úgy terveztük meg, hogy a terület bármely pontjára rendelkezésre álljon minden időjárási, éghajlati és mezőgazdasági információ, ami nélkülözhetetlen az integrált konzervipari számítógépes nyersanyagtermeltetéshez és beszállításhoz.

A racionális állomássűrűsége vonatkozó kutatások hazai eredményeit figyelembe véve az egyes meteorológiai és fenológiai elemeket olyan sűrűségben és térbeli eloszlásban kell mérni, hogy az adatok területi reprezentatívítása mindenkor és minden elem esetében biztosítva legyen. A vizsgálatok során kitűnt, hogy a szóbanforgó területen a napsütést 4-5 napfénytartam mérővel, a beérkező globálisugrázást 2-3 sugárzásregisztrálóval, a szélesebséget 4-5 egyetemes szélíróval, a szabad vízfelszín párolgását kb. 10 „A” típusú párolgásmérő káddal, a léghőmérsékletet és légnedvességet mintegy 20 mérőhellyel az igények-

nek megfelelően mérhetjük.

A többi meteorológiai elem térbeli változékonysága sokkal szeszélyesebb, így ezek mérésére több mérőhely létesítése indokolt. Így pl. nagyobb a térbeli szórása a léghőmérséklet szélső- és radiációs minimumértékeinek, valamint a talajhőmérséklet értékeknek. Legnagyobb a szórása a csapadékadatoknak - különösen a nyári fél évben - így ezt az elemet kell a legtöbb pontban mérni.

Figyelembe kell venni továbbá a növények fejlődését jellemző fenológiai és fenometriai adatokat, melyek szintén eléggé nagy szóródást mutatnak.

Mindezek alapján az INKOP állomáshálózatban az alábbi mérési és megfigyelési program szerint folyik az adatgyűjtés:

napfénytartam regisztrálás
rövidhullámú sugárzás regisztrálás
száraz és nedves léghőmérséklet-mérés ill. regisztrálás
maximum és minimum hőmérsékletmérés
radiációs minimum mérése
talajhőmérséklet-mérés
csapadékmérés ill. regisztrálás
párolgás mérése „A” típusú káddal
talajnedvesség mérése
szélirány és -sebesség regisztrálás
talajállapot megfigyelése
fenológiai és fenometriai megfigyelések

veszély- és kárjelentés (időjárási károk, állati- és növényi kártevők, belvíz, aszály, stb).

Természetesen nem mindegyik állomás végzi az összes mérést és megfigyelést, és a mérőműszerek és berendezések csak a megkívánt pontosságot biztosító sűrűségben kerültek kihelyezésre.

Az állomások helyének és az észlelők személyének kiválasztását bizonyos mértékig megnehezítette az a tény, hogy a szakmai szempontokon kívül a Konzervgyárral és a mezőgazdasági partnerekkel való együttműködésre is tekintettel kellett lennünk. A partnergazdaságok nagyobb részének a programhoz való hozzáállása kedvező volt, és ezeken a helyeken messzemenő támogatást kaptunk munkánkhoz. Az általuk nyújtott segítségért cserébe a saját területükön mért meteorológiai adatokat és - amennyiben igényelték - az ehhez kapcsolódó szakmai útmutatást (pl. öntözővíz igény) tudtuk biztosítani. Ahol belátták, hogy a modern, nagyüzemi gazdálkodáshoz ma már szinte nélkülözhetetlenek ezek az adatok, ott azóta is kifogástalan az együttműködés. Voltak azonban olyan termelőszövetkezetek is, ahol a többszöri megbeszélés és próbálkozás ellenére sem tudtunk megfelelően mű-

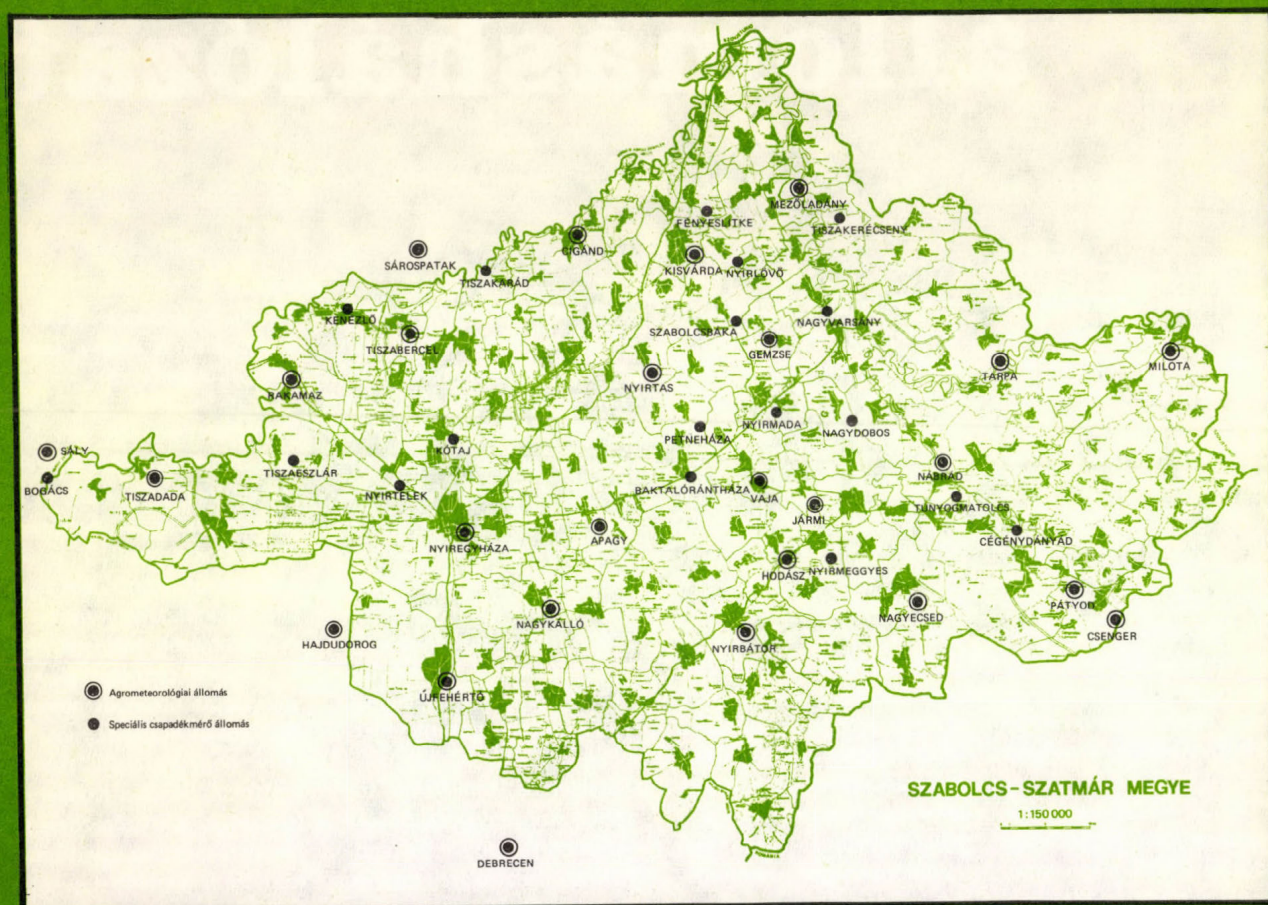
ködő állomást létesíteni. Ilyen esetekben a tsz-től függetlenül próbálkoztunk észlelőt keresni, s ahol ez

ramot pedig a megkívánt területi eloszlásnak megfelelően kiválasztva végzik az állomások. Az észlelések - az

**Agrometeorológiai osztályá-
ra. Itt az adatokat dekódol-
ják, szelektálják, javítják és
további számítógépes fel-**

FELJEGYZÉSEK).

A kiépített hálózatban nemcsak meteorológiai jellegű adatok gyűjtése folyik, ha-



1. ábra:
Integrált Agrometeorológiai és zöldségtermeltetési adatgyűjtő alaprendszer

nem járt sikerrel, ott az állomást új helyre telepítettük át.

A jelenleg működő állomás-hálózat az 1. ábrán látható. Az agrometeorológiai állomások mérési feladata a standard klímaállomásokéhoz, a speciális csapadékmérő állomásoké pedig a standard csapadékmérő állomásokéhoz hasonló. A speciális igényekből származó, korábban felsorolt bővített mérési és megfigyelési prog-

OMSZ alaphálózatától eltérően - csak március 1-től október 31-ig folynak, ugyanis a Konzervgyár által feldolgozott növények vegetációs periódusa többnyire erre az időszakra esik.

A mért adatokat és az ezekből számított egyéb paramétereket (pl. relatív nedvesség, teltési hiány, stb) naponta a külön erre a célra összeállított AGMET táviratban továbbítják a Központi Légműszaki Intézet

dolgozás után telexen viszszaajuttatják a Nyíregyházi Bessenyei Tanárképző Főiskolába, ahol számítógépen futtatják a növény fejlődését megadó modelleket, ill. a prognosztikai modelleket. A napi eredmények innen kerülnek át a Konzervgyárba.

A naponta küldött AGMET táviraton kívül havonta a szokásos formában is megtörténik az adatok továbbítása (METEOROLÓGIAI

nem fenológiai és fenomet-
riai információké is. A nő-
vények fenológiai fázisaira,
mennyiségére és minőségére
utaló mutatókkal történik
ugyanis a különböző (érés-
időpontra, termés mennyi-
sége vonatkozó) prognosz-
tikai modellek előrejelzései-
nek pontosítása, illetve a
korábbi évek adatait fel-
használva a modellek teszte-
lése is.

Zárbok Zsolt

Albedó

(A Velencei tó sugárzás- és hőháztartása)

Sugárzás visszaverő képesség, ami függ a felszín anyagi összetételétől, színétől, vízzel és növényzettel, valamint hótakaróval borítottságától. A felszín által visszavert sugárzás osztva a globálisugárzással.

Rövidhullámú sugárzási egyenleg

(A Velencei-tó sugárzás- és hőháztartása)

A Napból és az égboltról érkező, illetve a felszínről visszaverődő rövidhullámú sugárzás mérlege.

Evaporáció

(Evapotranspirációs állomáshálózat Magyarországon)

Fizikai folyamat, amelynek során a folyékony halmazállapotú víz gázneművé alakul át. A meteorológia elsősorban a szabad vízfelszín és a csupasz talaj párolgását érti alatta.

Evapotranspiráció

(Evapotranspirációs állomáshálózat Magyarországon)

A talaj párologtatását evaporációnak, a növények testén át lezajló párologtatást transpirációnak, míg az együttes párolgást, amely végsősoron a természetben fennáll, evapotranspirációnak nevezzük.

Vegetációs periódus

(Az INKOP állomáshálózat) Az évnek az az időszaka, amelyben a meteorológiai feltételek kedvezők a növény termesztésére.

Fenológia

(Az INKOP állomáshálózat) A periódikusan fellépő növény- biológiai jelenségeket az éghajlattal, különösképpen az évszakok váltakozásával kapcsolatban tárgyalja. A fenológiai események a növényfejlődés egyes szakaszait pl. kelés, virágzás, szárbaindulás, érés stb. képviselik.

Evapotranspirométer

(Evapotranspirációs mérések Magyarországon)

Műszer a talaj párolgásának és az azt borító növényzet transpirációjának mérésére. Nagyméretű fémtartály, amelybe meghatározott anyagi összetételű és rétegzettségű talajt helyeznek, s meghatározott típusú növényzetet ültetnek. Megfelelő vezetékrendszerrel és műszerekkel biztosítják a tartályban lévő növény-talaj együttes folyamatos vízutánpótlását, a pótolta viz mennyiségét pedig folyamatosan mérik.

Analógia keresés

(Távprognosztikai módszerek a világban)

Analógia módszer, előrejelzési módszer, amely azon a feltételezésen alapszik, hogy egy megadott térségre vonatkozó szinoptikus helyzet úgy fog tovább fejlődni, mint hasonló szinoptikus helyzet a múltban.

Napfoltszám

(Távprognosztikai módszerek a világban)

A Nap, foltok által eltakart területének közelítő, relatív mértéke.

Regressziós összefüggés

(Távprognosztikai módszerek a világban)

Véletlentől függő (ún. valószínűségi) változók között általában nincs egyértelmű függvénykapcsolat; a kapcsolatukat meghatározott értelemben (négyzetes középben) legjobban leíró — a véletlentől függő — függvénykapcsolat adja meg e változók ~ ét.

Idősoranalízis

(Távprognosztikai módszerek a világban)

Egy jelenség számszerű jellemzőjének egymást követő időpontokban — esetleg folyamatosan — megfigyelt értékeiből következtetünk a jelenség változásaira, fejlődésére. Ehhez az említett értékek sorozatát — az idősort — kell elemeznünk különféle matematikai módszerekkel. Célunk lehet a főbb egyirányú változási szakaszok (trendek), az ismétlődő összetevők (periódikus tagok) vagy a teljesen véletlen hatások kimutatása.

Topográfia térkép

(Távprognosztikai módszerek a világban)

Abszolút topográfia térkép szinoptikus térkép, amely egy meghatározott izobárfelület izohipszáit (és a felületen mért más meteorológiai elemek értékeinek eloszlását) tünteti fel.

Relatív topográfia térkép magassági térkép, amely két meghatározott izobárfelület közötti réteg vastagságainak izovonalait tünteti fel.

Globálisugárzás (összsugárzás)

(A Velencei-tó sugárzás- és hőháztartása)

Közvetlen és szórt napsugárzás, amely a látóhatár fölött 2 J° szélességű szögtartományból vízszintes felületre érkezik.

EVAPOTRANSPIRÁCIÓ

A növények fejlődéséhez és növekedéséhez hőre, fényre és vízre van szükség. A hazánkban termesztett mezőgazdasági és kertészeti növények számára általában elegendő hő és fény áll rendelkezésre. Előfordul természetesen, hogy időszakosan vagy a fény, vagy a hő nem elegendő vagy esetleg túlzottan sok. Ez ellen azonban mind ez ideig nem sokat tudunk tenni. Az elégséges vagy megfelelő hő- és fényellátás mellett a mi éghajlatunk alatt a növények vízellátása rendszerint nem optimális. A sok víz, sok csapadék is gondot okoz, de az esetek többségében nálunk a szárazság miatt csökkennek a termésmennyiségek. Még az átlagosnál több csapadék esetén is vannak a tenyészidőszak folyamán olyan periódusok, amikor nem megfelelő a vízellátás, a növények szomjaznak.

A víz szerepe minden növénynél ugyanaz: a növényi sejt legfontosabb alkotórésze, részt vesz a fotoszintézisben és keményítőhidrolízisben, oldószere a gáz- és ásványi anyagoknak, elszállítja a tápanyagokat a növényi szerv különböző részeire és szabályozza a növény hőmérsékletét.

A növény a gyökerein keresztül felvett víz nagy részét elpárologtatja, amit transpirációnak nevezünk, de ugyanakkor a talaj felszíne is párologtat, amit evaporációnak hívunk. A növényrel borított talaj együttes vízvesztése az evapotranspiráció (evaporáció + transpiráció).

Az evapotranspiráció természetesen a tenyészidőszak folyamán nem mindig ugyanaz, sok tényezőtől függ, nagysága térben és időben változik. Elsősorban függ a meteorológiai tényezőktől (hőmérséklet, légnedvesség, szél, stb.), egyszóval a párologtatáshoz rendelkezésre álló energiától, függ továbbá a rendelkezésre álló vízmennyiségtől (talajvízkészlet), végül a növények tulajdonságától. Amennyiben a növény

számára korlátlanul áll víz rendelkezésre, az evapotranspiráció csak a meteorológiai tényezők, valamint a növények tulajdonságának függvénye. A meteorológiai tényezők hatását a legmegbízhatóbban és legpontosabban hő- és sugárzásháztartás mérésekkel tudnánk kifejezni, de a hőháztartási tényezők mérésének bonyolult és költséges volta miatt egyszerűbb módszerekhez kell folyamodnunk. A potenciális evapotranspiráció (lehetőséges párologás) kiszámítására a gyakorlatban igen jól bevált a hőmérséklet és légnedvesség-mérésekre támaszkodó Antal-féle formula:

$$ET_p = 0,9(E-e)^{0,7} \cdot (1+\alpha)^{4,8} \text{ [mm]}$$

Amint látjuk a potenciális evapotranspiráció a képlet szerint csak a hőmérséklettől (t) és a párányomástól (e) ill. telítési hiánytól ($E-e$) függ, s az a klímaállomások észlelési anyagából könnyen kiszámítható. Ezzel azonban még nem tudjuk meghatározni az evapotranspirációt vagy a növények víz-igényét.

A növények víz-igényét eléggé költséges, szabadföldön elhelyezett ún. kompenzációs evapotranspirométerekkel mérhetjük. Az evapotranspirométerekben elhelyezett növények mindig annyi vizet kapnak, amennyire szükségük van, így az evapotranspirációnak az előbbiekből említett talajvízkészlettel való függését ki tudjuk küszöbölni. Az evapotranspirométerekkel az ún. optimális evapotranspirációt (ET_{opt}) határozhatjuk meg, vagyis azt a párologási értéket, amit optimális vízellátás esetén, adott meteorológiai viszonyok között a növények és a talaj elpárologtat.

Ezután már csak arra van szükségünk, hogy a természetes viszonyok között levő növény ún. tényleges párologtatá-

sát megmérjük vagy számítsuk. A tényleges evapotranspiráció mérése olyan bonyolult és költséges, hogy kénytelenek vagyunk a számítási módszereket választani.



Általában az

$$ET = \frac{W+b}{1+b} \cdot W \cdot ET_p \text{ [mm]}$$

formulát szoktuk alkalmazni, amelyben ET a tényleges evapotranspiráció, W a talaj vízkészletétől függő tényező és ET_p az előbb említett potenciális evapotranspiráció. A b értéke fejezi ki az adott növény tulajdonságát, amit a kompenzációs evapotranspirométerek adataiból könnyen kiszámíthatunk. Értéke 0 és 1 között változik, mégpedig úgy, hogy a vegetáció kezdetén nulla vagy nullához közeli értékű, míg a vegetáció derekán, amikor a növény a legjobb kondícióban van, legnagyobb a lombfelülete, eléri az 1-et.

MAGYAR

S ÁLLOMÁSHÁLÓZAT

Amennyiben ismerjük az optimális evapotranspirációt (ET_{opt}) és a tényleges evapotranspirációt (ET), könnyen megállapíthatjuk a növények vízhiányát, vagyis azt a vízmennyiséget,



amit öntözéssel pótolni kell. Az öntözővízszükséglet:

$$\bar{O} = ET_{opt} - ET \text{ [mm]} .$$

Az öntözéses növénytermesztés a 60-as évek elején állította előtérbe hazánkban az öntözés-meteorológiai kutatások gyorsütemű fejlődését. Hatékony öntözési tervek csak a növényállományok öntözővízigényének helyes ismeretére épülhetnek.

Az öntözésfejlesztési beruházásoknál két lényeges szempont van: ismerni kell egyrészt az egyes tájak természetes és mesterséges vízforrásait, vagyis azt a rendelkezésre álló vízmennyiséget, ami öntözésre szükség esetén felhasználható, másrészt a főbb mezőgaz-

dasági növényállományok vízfogyasztását, vízigényét. Az intenzív növénytermesztés számára fontos, hogy a növényállományok fejlődéséhez szükséges vízmennyiséget, a vízigényeket gazdaságosan elégítsük ki. A gazdaságilag és biológiailag indokoltnál kevesebb vagy több öntözővíz adagolása a termés csökkenését és a víz pazarlását, tehát a termelési költségek növekedését eredményezheti.

Mint említettük, vízkészleteink felmérése mellett elengedhetetlen a növények vízigényének, ezen keresztül öntözővízigényének és ezek tér- és időbeli alakulásának ismerete. A vízigény, öntözővízigény meghatározásának egyik fontos alapja a vízfogyasztás, az evapotranspiráció mérése.

A mezőgazdasági növényállományok vízigényének vizsgálata érdekében az 1960-as évek elején létesítettünk az ország különböző részein evapotranspirométeres állomásokat, s e hálózat fokozatosan bővült. Az állomások létesítésekor a hely kiválasztásánál a főbb szempontok voltak:

- képet kapjunk az evapotranspiráció térbeli változékonyságáról, azaz hazánk különböző tájegységein, éghajlatilag eltérő főbb körzeteiben létesítsünk állomást;
- továbbá egy-egy adott körzetben az ott jellemzően termesztett növényfajokat vonjuk be vizsgálatainkba, biztosítva egyúttal, hogy a hazai mezőgazdaság főbb kapás, kalászos, takarmány, zöldség- és gyümölcsfajtáinak vízigényéről, öntözővízszükségletéről rendelkezésre álljanak adatok a konkrét öntözési tanácsadás érdekében.

Mindezek figyelembevételével az evapotranspirométeres állomásaink - amelyek közül jó néhány több, mint tíz éve folyamatosan működik - és az ott vizsgált növényfajok a következők:

Eger: borszőlő;

Érd: gyümölcs (alma);

Fertő-tó: vízivegetáció (nád);

Kecskeméti Agrometeorológiai Observatórium: kapásnövény (kukorica), zöldségnövény (paradicsom, paprika, uborka, zöldborsó, zöldbab);

Kecskemét-Katonatelep: borszőlő és csemegezőlő;

Keszthely: kapásnövény (kukorica);

Kiskőrös: takarmánynövény (füves here), kapásnövény (burgonya, kukorica), zöldségnövény (paradicsom, uborka, zöldbab);

Martonvásár-Erdőhátpuszta: kapásnövény (kukorica);

Szarvas: takarmánynövény (füves here, lucerna, vöröshere), kapásnövény (burgonya, kukorica, cukorrépa), kalászos (tavaszi árpa, őszi búza), zöldségnövény (paradicsom, paprika, zöldborsó, zöldbab).

Egy-egy állomáson legalább három növényfaj vízfogyasztásának folyamatos mérése lehetséges evapotranspirométerekkel, azonban néhány fontosabb kutatóbázison, a speciális kutatások érdekében jóval több mérőberendezés került elhelyezésre. Így pl. a keszthelyi agrometeorológiai kutatóbázison elhelyezett 24 darab (4 m²-es felületű) evapotranspirométer lehetővé teszi, hogy ugyanazon növényfaj vízfogyasztását, terméshozamát különböző víz- és tápanyagellátás függvényében vizsgáljuk.

A különböző mérőhelyeken több éve folyó mérés, adatgyűjtés alapján került kidolgozásra a potenciális evapotranspiráció, a vízszükséglet és az öntözővízszükséglet fentebb ismertetett számítási módszere.

Dr. Endrődi Gabriella,
Dr. Kozma Ferenc

RSZÁGON

Meteorológiai vándorgyűlés

Zólyomban

Hatodik alkalommal rendezték meg közösen vándorgyűlésüket a szlovák és a magyar meteorológusok.

A Szlovák Meteorológiai Társaság a pozsonyi Hidrometeorológiai Intézettel és a Zólyomi Erdészeti és Faipari Főiskolával karöltve 1979. augusztus 22-24 között látta vendégül a magyar meteorológusokat Zólyomban.

A vándorgyűlés ünnepélyes megnyitásként F. Samaj a Szlovák Meteorológiai Társaság elnöke köszöntötte a résztvevőket, majd megemlékezett arról, hogy Zólyom 35 évvel ezelőtt a Szlovák Nemzeti Felkelés egyik fellegvára volt, és többek között ez a felkelés tette lehetővé annak az alkotó-kutató munkának a kibontakozását, amely végül is a Zólyomi Erdészeti és Faipari Főiskola megalakításához vezetett. A Vándorgyűlésnek helyt adó Főiskola az alapítástól (1952) eltelt viszonylag rövid idő ellenére számos tudományos eredménnyel is büszkélkedhet, de az sem lebecsülendő teljesítmény, hogy évente 150 jól felkészült erdőmérnök végzőz a Főiskolán.

Béll Béla a Magyar Meteorológiai Társaság elnöke megköszönte a meleg fogadtatást, majd rámutatott arra, hogy a magyar és a szlovák meteorológusok közötti együttműködés igen régi keletű, és ezt az együtt-



működést csak gazdagította a több, mint 10 évvel ezelőtt elkezdett közös vándorgyűlések sorozata is. E vándorgyűlések témáinak - mint ez alkalommal is - rendszerint nagy társadalmi és népgazdasági jelentősége van.

Az üdvözlő beszédek elhangzása után meghitt hangulatú rövid ünnepség keretében F. Samaj méltatta a két Társaság, valamint a két Meteorológiai Szolgálat együttműködése érdekében kifejtett eredményes tevékenységet, Czelnai Rudolfnak, az OMSZ elnökének, Béll Bélának a MMT elnökének és Zách Alfrédnek a MMT társelnökének átnyújtotta a Szlovák Meteorológiai Társaság tiszteletbeli tagságáról szóló oklevelet. Barát Józsefet, az OMSZ elnökhelyettesét a Konkoly Thege Miklós emlékéremmel tüntették ki.

A vándorgyűlés előadásai három fő téma - erdészeti

bioklimatológia, mikroklimatológia és városklíma - köré csoportosultak.

A résztvevők széles áttekintést kaptak a két országban folyó erdészeti meteorológiai kutatások helyzetéről, eredményeiről, szó volt az erdők vízháztartásáról, sugárzás-forgalmáról. Különösen érdekesek voltak azok az előadások, amelyek a Nemzetközi Biológiai Program keretében végzett komplex ökoszisztéma kutatások eredményeiről számoltak be.

Több előadás tárgyalta a mikroklimatológia aktuális kérdéseit is: bemutatták az Alacsony-Tátra áramlás módosító hatását, a határreteg és a földközeli légréteg térképes ábrázolását, a domborzatnak a felszíni energiamérlegre gyakorolt hatását. Sor került a mikroklima és a mezőgazdasági termelés közötti kapcsolat megvilágítására, a mérsékelten tagolt

területeken végzett mikroklimatológiai mérések eredményeinek bemutatására. Előadás hangzott el a mikrotérségek vízháztartásáról, valamint a szélnek és a talajfelszín állapotának a homoki gazdálkodásra gyakorolt hatásáról.

A városklíma-kutatással foglalkozó előadások révén bepillanthattunk a meteorológiának egy fiatal, dinamikusan fejlődő területére.

A beszámolók egyaránt foglalkoztak a tudomány terület időszerű problémáival, és konkrét feladatok részletes elemzésével is (városi hősziget kialakulása, földközeli áramlási mező típusai, stb).

F. Samaj zárszava után Béll Béla a MMT elnöke megköszönve a szívélyes vendéglátást - a hagyományokhoz híven - bejelentette, hogy a következő vándorgyűlést 1981-ben a Magyar Meteorológiai Társaság rendezi, ezúttal Kecskeméti.

A feszített figyelmet igénylő előadások közepette kapcsolódásra, baráti beszélgetésekre is lehetőség volt, a Chopok-csúcsára tett kirándulás alkalmával. Majd a tudományos ülések befejezése után hangulatos zólyomi városnézés tette még emlékezetesebbé a résztvevők számára a VI. közös Szlovák-Magyar Meteorológiai Vándorgyűlést.

Bozó Pál

EGY ÉV AZ ANTARKTISZON

1955-ben indult az 1. Szovjet Antarktisi Expedíció (SzAE) a Déli-sarkvidékre, hogy az 1957-1958-as Nemzetközi Geofizikai Év keretében működő kutatásokat kiterjesszék az Antarktisz területére is. 1956 óta megszakítás nélkül folyik a tudományos kutatómunka a jeges kontinensen. A 9. SzAE-ban vett először részt magyar kutató, Titkos Ervin, majd a 10. SzAE-ban Hirling György, a 11-ben Barát József töltött egy-egy évet Mirnij állomáson. A 17. SzAE résztvevőjeként Vissy Károly is eljutott az Antarktiszra. Az 1977-1979-es 23. SzAE-nak ismét volt magyar résztvevője, Pándi Ferenc a Szegedi Aerológiai Observatórium aerológusa személyében.

1978 január 16-án repültem Leningrádba. Az Arktikus és Antarktusi Tudományos Kutató Intézetben (AANII) megismerkedtem az expedíció résztvevőivel, megkaptam a speciális öltözkömet. Néhány napos városnézés, múzeumlátogatás után vonattal utaztunk Rigába, ahonnan az expedíció egyik személyszállító hajója, az „Esztnia” január 23-án indult a Déli-sarkvidékre. Először a Kanári-szigeteken, Santa-Cruz de Tenerife kikötőjében vetettünk horgonyt. Három gyönyörű napot töltöttünk a szigeten városnézéssel, autóbuszkirándulással, strandolással. Az Egyenlítőn áthaladva régi hagyományokhoz híven megtartottuk a „Neptun ünnepséget”, amelyen „megkeresztelték” az Egyenlítőn először áthajózókat. Engem is bedobtak a hajó úszómedencéjébe, majd megkaptam a díszes diplomámat. Második, egyben utolsó kikötőnk, Montevideo volt. Két napot töltöttünk itt, ezalatt feltöltötték az Esztnia üzemanyag és élelmiszer készleteit, majd elindultunk délkeletre az Antarktiszra. -

Az Antarktisz területe kb. 14 millió km^2 , belsejében az évi átlagos hőmérséklet -50°C (min. $-88,3^\circ$), de a tengerpartokon pl. Mologozsnaján az átlag „csak” -11°C (min. -42°C , max: $+8^\circ\text{C}$). Az Antarktisz területét átlagosan 2000 m vastag jég réteg borítja: növényzete: zuzmók, mohák; állatvilága: főleg madarak (pingvin, halfarkas, albatrosz) és a parti vizekben fókák, bálnák.

Lehajóztunk a Weddel-tengeren a déli szélesség 73° , a nyugati hosszúság 20° fokáig, ahol a nyílt tengeren találkoztunk az expedíció jégtörő hajójával. A jégtörő átvette fedélzetére a Novolazarevskaja állomásra induló sarkkutatókat, az Esztnia pedig elindult Mirnij állomásra.

Sikerült engedélyt szerezni a partraszálláshoz, és így megtekinthettem a híres állomást. A régi épületeket, amelyeket régebben építettek a hóra, már elnyelte a hó és a jég: helyettük a néhány helyen kilátású sziklára új emeletes házakat építettek. Mivel az állomás legfontosabb feladata Vosztozok belsőkontinentális állomás ellátása, itt található a legnagyobb gépjármű és repülőgéppark, közöttük a híres „Harkovcsanka”, a több, mint 500 lóerős speciális lánctalas terepjáró.

Majdnem kéthónapos utazás után, március 19-én érkeztem meg Mologozsnaja állomásra. A 23. SzAE-ban 262 sarkkutató telet az Antarktisz szovjet kutatóállomásain, 104 Mologozsnaján O.K. Szedov vezetésével, közöttük egyedül voltam külföldi ezen az állomáson.

Mologozsnaja állomást 1962-ben alapították a d.sz. $67^\circ45'$ és k.h. $45^\circ50'$ koordinátáin. 1971-től kiépítették a szovjet Antarktisz-kutató expedíciók fővárosává. Nagyteljesítményű (1280 kW) villanyáramfejlesztőt, műholdkövetőt, rakétaszondázót, rádió-adóve-

vőt és számítógépközpontot építettek az állomáson folytatott komplett aerometeorológiai, geofizikai, orvosi biológiai kutatásokhoz. Több, mint 70 épület van az állomáson, legnagyobbbrészt új alumíniumpanelez lábakon álló épület. Lakóházunk régi típusú volt, farostlemezből készült, lábazat nélkül, ezért állandóan felgyülemlett a hó a szélmentes oldalán, amit bulldózerekkel kellett folyamatosan eltakarítani. Az új, lábakon álló épületek alatt a szél átfújva nem rakja le a havat.

Az első hetek a hajók kirakodásával és a szakmai munka betanulásával teltek el. Mologozsnaján mint aerológus dolgoztam; két rádiószondás felszállást végeztünk naponta 00 és 12 óra GMT-ben, a nálunk is használatban lévő Meteorit-2 lokátorral, RKZ-5 rádiószondákkal. A ballontöltéshez szükséges hidrogént alacsony nyomású gázgenerátorban fejlesztettük alumíniumból és marónátronból víz hozzáadásával. A léggömbök sikeres elbocsátása 20-25 m/sec szélességig aránylag könnyű volt, de a 30-35 m/sec szélességű téli hóviharakban mind az öt aerológus megfeszített munkájára szükség volt egy-egy sikeres starthoz. A felszállások havi átlagos magassága elsősorban a léghőmérséklettől függött. A téli hónapokban (június, július) 20-22 km volt az átlagunk, míg „nyáron” (december, január) 30-31 km. A felszállások kiértékelése automatikus volt. A lokátor össze volt kötve az OKA-3 nevű jelátalkítóval, amely a rákapcsolt telex készüléken lyukszalagra kódolta a lokátor által mért adatokat. A lyukszalagot a ballon pukkanása után átjártottuk a számítógépközpontba, ahol a számítógép kb. 10-15 perc alatt kiértékelte a felszállást, elkészítette és kinyomtatta a különböző táblázatokat, a függőleges metszetet, a TEMP táviratot.

A 23. expedíció utolsó hajója Mologozsnaján a „Mihail Szomov” nevű jégtörő volt (a legendás „Ob” utóda). Egyheti emberfeletti munkával sikerült kirakodni az összes Mologozsnajának szánt felszerelést és élelmiszert. Megírtuk az utolsó leveleket haza, és május 6-án nagy rakétázással búcsúztattuk a haza induló hajót. Megkezdődött a „zimovka”, magyarul az áttelelés.

Eleinte gyorsan teltek a napok, a hetek. Számomra minden új és érdekes

volt. Sorra jártam az állomás épületeit, megismerkedtem az emberekkel, munkájukkal, az állomás életével. Megnéztem az aggregátorállomást, ahol az Antarktis egyik legnagyobb teljesítményű elektromos állomását építették fel. Négy óriási aggregátorunk közül három működött csúcsidőben, éjjel kettő, egy pedig állandóan karbantartás alatt volt. Az óriási zaj miatt fülvédőben dolgoztak az emberek a gépteremben. Ellátogattam a rádiósokhoz. Az állomás egyik végén volt a vevő épülete, másikon az adóház és a főutcán a rádióközpont. Nagyteljesítményű adó- és vevőkészülékek állandó összeköttetést tartottak Moszkvával, az antarktiszi szovjet kutatóállomásokkal, a déli félgömb meteorológiai központjaival. Faksimile gépeken jöttek az időjárási térképek és fényképes újságok.

Megismerkedtem a geofizikusokkal és munkájukkal. Ők rádióhullámokkal kutatják a légkört, változó frekvencián végzik az ionosféra ferde szondázását, amely lehetővé teszi a rövid időtartamú, széles sávú, legjobb frekvenciatartományok kiválasztását nagytávolságú rádióösszeköttetések számára. Figyeltem a szinoptikusok munkáját is, amelynek nagy jelentősége volt nemcsak az időjárás előrejelzésében, hanem a déli óceánokon való hajózásnak a végrehajtásában és az Antarktiszon történő nagyobb távolságú repülések lebonyolításában. Sokszor vendégeskedtem a rakétásoknál, akik M-100 típusú meteorológiai rakétákkal szondázták a légkör alsó, mintegy száz kilométeres rétegét. Megbarátkoztam a szerelőkkel, repülőszökecskével, szakácsokkal, orvosokkal.

Szinte naponta jártam a számítógézpontba, ahol a hat szovjet kutatóállomásról érkező tudományos adatok operatív feldolgozására már 1973-ban üzembe helyeztek egy „Minszk-32” típusú elektronikus számítógépet. A gépen sikeresen dolgozzák fel az aktinometeorológiai, aerológiai, szinoptikai, orvos meteorológiai, ionosféra-kutatási adatokat. Szabad gépidőben pedig a rajzgéppel a filatelisták örömeire „23 SzAE 1977-1979” felíratú pecséteket nyomtattak borítékokra. Havonta egyszer konyhaügyeletet voltam, 104 ember után mosogattam. Szakácsaink felváltva főzték a nálunk is ismert ételeket és az orosz speciá-

tásokat: borscsot, cscsft, saslikot, kiszelt, kvaszt. Az ételeket a lakószobánk ablakaiban természetett friss hagymával, paradicsommal, uborkával ízesítettük.

csal, majd hideg vízben tusoltunk utána, vagy ha volt friss porhó a szabadban, abban fürödtünk egyet. Fürdés után hordóban erjesztett kvaszt ittunk, vagy az ellátmányként kapott kon-



A tej vagy kakaó konzervet összekevertük friss porhóval és kiváló tejszín vagy csokoládé fagylatot készítettünk. Esténként mozielőadás volt az étteremben.

A kórház épületét csak a kötelező orvosi vizsgálatok alkalmából kerestem fel, bár mindhárom orvosunkkal jó barátságban voltam, sokat társasjátékoztam, sakkoztam velük is a társalgóban. Szombatoként mentünk a fürdőbe: igazi szauna is működött, 100-120 °C-os hőmérséklettel. Végigvertük egymást igazi nyírfavirágcs-

zervsört ittuk hosszú beszélgetéseket folytatva a legkülönbözőbb témákról, de főként az Antarktiszról.

Az Antarktiszon való áttelelésnél nem a zord időjárás okozza a legnagyobb problémákat, hanem az áttelelő emberek nagy pszichikai megterhelése. Kis létszámú 5-10 fős állomásokon sokkal nehezebb az áttelelés, mint pl. Mologyozsnaján, ahol a több, mint 100 fő „nyüzsgő” életet él. Ezért szükséges minden nap mozielőadás, a szabad időben sportolás, barkácsolás, fotózás, egyéb hasznos vagy haszontalan

hobby a figyelem lekötésére, elterelésére. A legdöntőbbek az otthonról jövő táviratok, rádióüzenetek, telefonbeszélgetések. Az emberekre legveszélyesebbek a

Az állomás környékéről eltűntek az állatok, a tenger több, mint 100 km-re befagyott. A -30°C hidegben 30 m/sec sebességű hóviharok megkeserítették az aerológus csoport életét, és nagyon

Ahhoz, hogy az olvasók némi képet alkothassanak *Mologyozsnaja éghajlati viszonyairól*, az alábbi táblázatban közlöm az 1978-as összesítő adatokat.

Mologyozsnaja állomás havi adatai 1978-ban



technikai balesetek, a jéghasadékok, a hóviharban való eltévedés és a tűz. A szomorú statisztikai adatok szerint minden expedícióban egy-egy ember életét veszti.

Lassan múltak a téli hónapok. A kevés napfény, nagy hideg, erős szelek fizikailag és pszichikailag megviselték az embereket ebben az expedícióban is. Amíg azok akik egész nap zárt szobában íróasztal mellett dolgoztak meghíztak, a szabadban dolgozók vagy az állandóan fizikai munkát végzők lefogytak néhány kilót.

meg kellett dolgozni (inkább küzdeni) a 20 km-es havi átlagos rádiószondás magasság eléréséért. Október közepén jelentkezett a tavasz, először a magaslégkörben. Többször előfordult, hogy a ballon pukkanási szintjében melegebbet mutatott a rádiószonda, mint az elengedéskor a talajon. Pl. a talajon -11 és -14°C hőmérsékletet, a csúcsmagasságon 32 és 31 km-en -6 és -9°C -t mértünk. Nemsokkal ezután megérkezett az első madár, egy pomornyik (halfarkas) is. A tenger jegén megjelentek a fókák, pingvinek.

Hónap	Légnyomás (mbar)		
	átlagos	max.	min.
I.	981,4	994,0	970,8
II.	982,9	996,7	957,9
III.	983,4	996,9	950,3
IV.	978,1	994,4	959,0
V.	982,6	997,9	957,8
VI.	982,0	1000,9	961,4
VII.	986,5	1003,0	968,5
VIII.	972,3	987,6	954,8
IX.	977,7	1006,0	947,8
X.	981,8	999,1	969,1
XI.	981,4	992,8	967,4
XII.	984,3	995,9	986,6

Hónap	Hőmérséklet ($^{\circ}\text{C}$)		
	átlagos	max.	min.
I.	-1,8	2,8	-9,2
II.	-3,5	3,8	-12,0
III.	-9,2	-2,3	-19,6
IV.	-10,4	-1,4	-18,6
V.	-12,2	-2,9	-22,6
VI.	-16,9	-7,0	-27,1
VII.	-15,0	-5,3	-27,3
VIII.	-20,7	-6,0	-33,1
IX.	-15,8	-4,2	-29,6
X.	-13,0	-4,1	-26,7
XI.	-7,1	-3,7	-21,1
XII.	-1,7	5,2	-10,4

Hónap	Relatív nedves-ség %	Szélsebesség (m/s)	
		átlagos	max.
I.	63	6	20
II.	65	10	31
III.	62	13	43
IV.	73	16	40
V.	70	15	42
VI.	65	14	34
VII.	69	14	38
VIII.	67	11	32
IX.	71	11	38
X.	69	8	33
XI.	61	7	27
XII.	66	5	21

Rádiószonda felszállások
magassága (m)

Hónap	átlagos	max.
I.	30400	36710
II.	30011	35120
III.	26722	33150
IV.	25907	31110
V.	23424	30360
VI.	21518	28780
VI.	19147	26020
VIII.	22185	30270
IX.	22144	32200
X.	27843	34180
XI.	31097	35790
XII.	30219	37220

Szabad időmben én is elsétáltam a tenger jegére fényképezni a fókákat, pingvineket. Sajnos Mologyozsnaja állomás környékének állatvilága összehasonlíthatatlanul szegényebb, mint Mirnij állomása, ahol a leghidegebb télben sem hagyják el az állomás környékén lévő költőhelyüket a császárpingvinek. A tenger később fagy be, és hamarabb zajlik, az állomás előtt lévő több kisebb-nagyobb szigeten sokfajta népes madársereg él.

Első látogatásunkkor a pingvinek még csak a fészkeiket rakták apró kövekből, ezek apró, 30-40 cm-es Adélpingvinek voltak. Egy alkalommal csá-

szárpingvineket is sikerült fényképeznem. Második látogatásunkkor már a pingvinek lerakták a tojásaikat: közeledtünkre sem hagyták el a fészkeiket, a tojásaikat, így meg is tudtuk simogatni e kedves állatokat. A fókákat az általunk „fókaóvodának” nevezett helyen kerestük fel. Ez egy hatalmas, az állomás előtt megfelleklett jéghegy tövében volt, ahol több család gyűlt össze. Az újszülött fókakölykök néhány hetesek lehettek, a napon sütkéreztek vagy a lékekben fürödtek. Gyönyörű prémes bundájukat is bátran meg lehetett simogatni.

Novemberben indultak a 24. expedíció hajói az Antarktiszra a Szovjetunió különböző kikötőiből. Útjukat az étkedében lévő világtérképen napról-napra bejelöltük. Megkezdődött a készüldés a hazautazáshoz. December végén értek a hajók Mologyozsnaja állomás elé. Több, mint 80 km-re az állomástól a parti jég szélénél kötöttek ki. A hajóról helikopter hozta a postát, a csomagokat. A szolgálat ellátása mellett ismét megkezdődött a rakodás fárasztó munkája. A helikopter a hajóról élelmiszert, műszereket, új embereket hozott, visszaútnán üzemanyagot szállított a hajóra.

A rakodás befejeztére betanítottuk az új kollegákat a szakmai munkára. Elkészítettem az utolsó fényképeket az állomástól, elköszöntem a barátoktól, ismerősöktől és helikopterrel átrepültem a jégtörfőre. Két hétig tartott az út Mirnij állomásig. Néhol a teljesen zárt jégmezőben napi egy hajóhosszt haladtunk csak előre. Mirnijnél átszálltunk a „Baskíria” nevű személyszállító hajóra.

Első kikötőnk Kerguelen szubantarktikus szigete volt. Friss ivóvizet vettünk, közben fényképeztük a szigeten található fókákat, pingvineket. Második kikötőnk Port-Louis volt Mauritius szigetén, majd a Szuézi-csatornán áthaladva Latakia (Szíria) és Isztambul kikötőjében töltöttünk két-két napot. Odesszába érkeztünk, ahol a családtagok és a hivatalos szervek képviselői meleg fogadtatásban részesítették az expedíció résztvevőit.

Pándi Ferenc



távprognosztikai módszerek a világban

1979 elején a Japán Meteorológiai Intézet - saját távprognosztikai tevékenységének fejlesztése érdekében - széleskörű felmérést végzett, amelynek keretében 59 ország meteorológiai szolgálatához a hosszútávú előrejelzés különböző problémáira vonatkozó kérdőívet juttatott el. Miután a 31 államtól kapott válaszokat részletező, összefoglaló jegyzéket a japán intézet hazánk meteorológiai szolgálatának is rendelkezésére bocsátotta, most lehetőségünk nyílik arra, hogy röviden áttekintsük a különböző európai és ázsiai országok távprognosztikai tevékenységének néhány jellemző adatát. (A japán felmérés az USA és a Szovjetunió távprognosztikai kutatásaira ill. eredményeire nem terjed ki.)

Mielőtt rátérnénk a részletesebb ismertetésre, néhány meglepő adatot szeretnék kiemelni: a 31 választ küldő állam több, mint 50 %-a - így az európaiak közül pl.: Ausztria, Belgium, Hollandia, Dánia, Finnország, Franciaország, Svájc, Svédország - egyáltalán nem folytat és a közeljövőben sem tervez távprognosztikai kutató ill. operatív tevékenységet. Hat ország meteorológiai intézete, például Ausztrália és Olaszország a jövőben 1-3 hónapos érvényességi idejű prognózisok kiadására készül.

Az alábbiakban tekintsük át egyenként a választ adó szolgálatok távprognosztikai tevékenységének néhány jellemző adatát:

Csehszlovákiában az önálló, 40 főt foglalkoztató osztály feladata a havonta egyszer megjelenő, s az elkövetkező 30 napra vonatkozó hosszútávú előre-

jelzések készítése. Emellett időnként 3 havi prognózisokat is kibocsátanak. Az 1 havi érvényességi idejű szolgáltatások az általános időjárási helyzetkép leírását, a hőmérséklet és a csapadék előrejelzését tartalmazzák-10 napos ill. havi átlagértékben - 3 kategóriás bontást alkalmazva; míg a 3 hónapos prognózisok a hőmérséklet és a csapadék 1-3 havi átlagának alakulására vonatkoznak, szintén 3 statisztikai kategóriát megkülönböztetve.

Fenti prognózisait nyomtatott formában adják ki, s tartalmát széleskörűen - így a rádióban, a TV-ben és az újságokban is - publikálják.

Az északi hemiszférára ill. bizonyos regionális területek nyomásmezőinek, 500 mb-os AT - áinak és hőmérsékleti mezőinek 3 havi átlagaira támaszkodó prognózisait a főbb kormányzati és a népgazdaság különböző ágazatai, így a mező- és erdőgazdaság, a víz- és energiagazdálkodás is folyamatosan igénylik, és emellett természetesen a nagyközönség tájékoztatására is felhasználják.

A *Német Szövetségi Köztársaságban* a 6 főt foglalkoztató hosszútávú előrejelző részleg jelenleg, kísérleti jelleggel, havonta egyszer 1 hónap érvényességi idejű prognózist ill. egy-egy nyárra és télre vonatkozó összevont előrejelzést ad ki. Az előbbi az általános időjárási helyzetkép leírása mellett a hőmérséklet és a csapadékösszeg havi átlagértékét tartalmazza, az utóbbi e két légköri paraméter alakulására vonatkozik.

Nagy-Britanniában kutató és operatív jellegű távprognosztikai tevékenységet folytat a 37 főt foglalkoztató, önálló

alközponttal rendelkező részleg. Munkájuk eredményeként kétféle prognózist adnak ki:

- a. Havonta kétszer 30 napos érvényességi idejű előrejelzést készítenek, melyben az egész időszak várható időjárási képét foglalják össze, s a havi átlaghőmérsékletet 5 kategóriás, a havi átlagos csapadékösszeget 3 kategóriás felosztásban közlik.
- b. Évszakonként egyszer - kísérleti jelleggel - három havi érvényességi idejű előrejelzéseket is készítenek az előbbivel azonos légköri elemekre 1 ill. 3 havi átlagértékekre vonatkozóan - szintén 5 ill. 3 lehetséges kategóriát felhasználva.

Nyomtatásban is megjelenő prognózisait - melyeket elsősorban a víz- és energiagazdálkodásban tudnak hasznosítani - széles körben (TV, rádió, újságok) terjesztik, s a külföldi szolgálatoknak is eljuttatják.

Munkájukban az északi hemiszférára vonatkozóan a talajszintű légnyomás, az 500 mb-os AT, az 500/1000 mb-os RT mezőit, valamint a tengerfelszín hőmérsékleti adatait ill. a hóval vagy jéggel borított térség jellemzőit használják. A fenti, igen összetett anyag alapján a hőmérséklet és csapadék előrejelzéseiket ortogonális sorfejtésre, különböző regressziós összefüggésekre és nem utolsósorban analógia-keresésre épülő statisztikai módszerek segítségével készítik. Ezzel szemben a napfénytartamra ill. a ködre vonatkozó prognózisai már erős szubjektív tényezőt tartalmaznak, hiszen a rendelkezésükre álló szinoptikai bázisra tá-

maszkodó megfigyeléseik alapján állítják össze.

Jugoszláviában 6 munkatárssal dolgozik a hosszútávú prognosztikával foglalkozó részleg: s havonta egyszer 30 napos érvényességi idejű prognózist készítenek, mely az időjárás várható alakulását - 10 napos átlagokra bontva - 2 lehetséges statisztikai kategóriát megkülönböztetve, hőmérséklet és csapadék előrejelzést tartalmaz.

A telekommunikációs eszközök adta lehetőségeket messzemenően kihasználják prognózisaik terjesztésében, amelyeket főként - más országokhoz hasonlóan - a mező- és erdőgazdaság, a víz- és energiagazdálkodás ill. természetesen a kormányzervek mellett a nagyközönség is igényel. Hosszútávú előrejelzéseik készítésénél az 500/1000 mb-os RT északi hemiszférára vonatkozó mezőinek 5 napos és havi átlagértékeit használják. Analógia-kereső módszert alkalmaznak, amely a pozitív és negatív előjelű anomália-gócok eloszlásának összefüggéseire épül.

Az ázsiai országok közül Burma, Kína

és a Koreai NDK távprognosztikai tevékenységét jellemezzük röviden az alábbiakban:

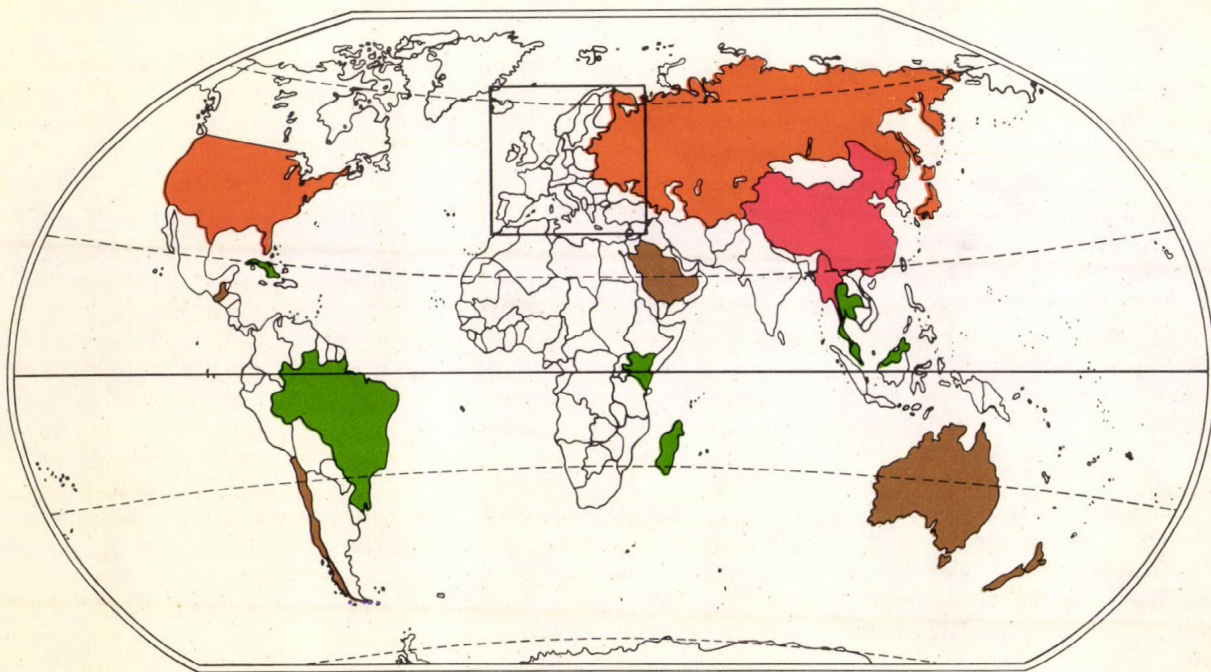
A Burmában működő szolgálat 8 tagja foglalkozik hosszútávú előrejelzéssel, amelynek keretében havonta egyszer 30 napos érvényességi idejű előrejelzést, ill. a májustól októberig tartó ún. „monszun-időszak”-ban kéthavonta egyszer 2 hónapra vonatkozó prognózist készítenek. Az előbbi - 3 lehetséges kategóriát használva - 10 napos átlagra vonatkozó hőmérséklet és csapadék előrejelzést tartalmaz, míg az utóbbi a várható csapadékösszeg kéthavi átlagértékeire vonatkozik, 5 statisztikai kategóriát alkalmazva.

Elsősorban a mezőgazdaság és a vízgazdálkodás részéről mutatkozik érdeklődés a burmai szolgálat távprognosztikai munkája iránt, amelyről természetesen a TV, a rádió és az újságok útján a nagyközönséget is tájékoztatják.

Előrejelzéseik készítésénél a talajszinti légnyomás, a 700, 500 és a 300 mb-os AT-k és a megfelelő magasságok szélmezőinek - az északi hemiszférára ill.

a regionális területekre vonatkozó - naponkénti, 5 és 10 napos ill. havi átlagtérképeit használják.

Kína meteorológiai szolgálatának Központi Előrejelző Intézete önálló, hosszútávú előrejelzéssel foglalkozó osztállyal rendelkezik, amely 29 helyi állomás tevékenységét irányítja. A 20 főt foglalkoztató részleg háromféle prognózist készít: a havonta egyszer megjelenő, 30 napos érvényességi idejű előrejelzés 3 kategóriás bontásban a várható havi átlaghőmérsékletet ill. a havi csapadékösszeget adja meg; az évente kétszer kiadásra kerülő s 6 hónapra vonatkozó prognózis a fent említett légköri elemek 3 havi átlagairól tájékoztat, az értékeket szintén 3 lehetséges kategóriába sorolva; míg az évente egyszer elkészített 12 havi prognózis szintén 3 kategóriában megadható hőmérséklet- és csapadék-előrejelzést tartalmaz. Prognózisaikat nyomtatásban is terjesztik, s főként a mező- és erdőgazdálkodás ill. a kormányzervek részére nyújtanak prognosztikai jellegű szolgáltatásokat. Munkájukat értékelve - saját verifikálá-



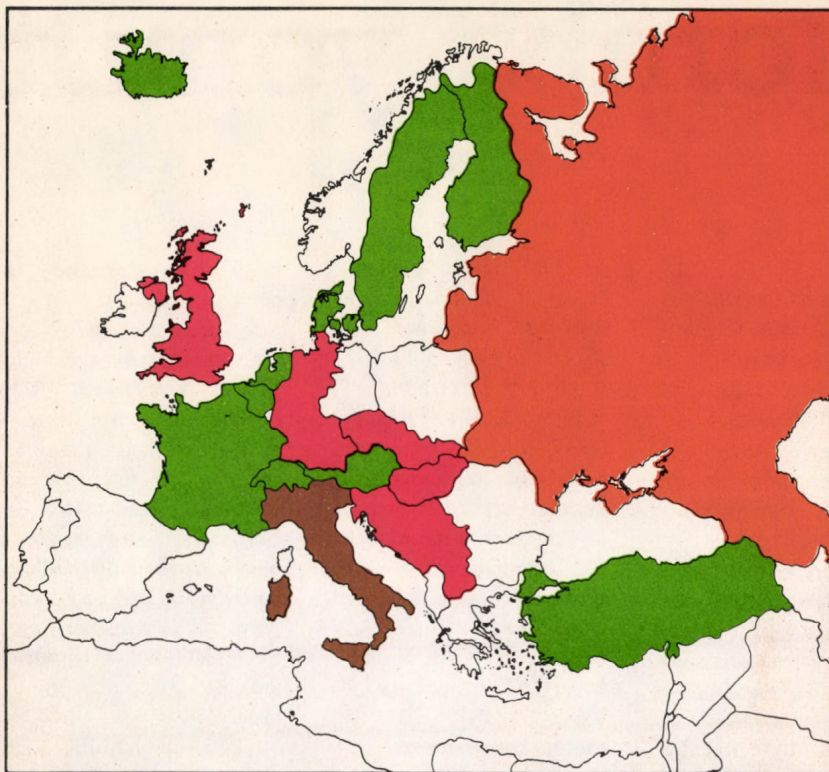
1. ábra:

Távprognózist készítenek: Burma, Kína, Korea, Nagy-Britannia, Jugoszlávia, Csehszlovákia, Magyarország, NSZK

Távprognózist készítenek, de a jellemzőket nem közölték: USA, SZU, Japán

Távprognózis készítését tervezik: Ausztrália, Chile, Guatemala, Olaszország, Új-Zéland, Szaud-Arábia

Távprognózist nem készítenek, és nem is tervezik: Ausztria, Belgium, Brazília, Kuba, Dánia, Finnország, Franciaország, Izland, Kenya, Madagaskár, Malaysia, Hollandia, Svédország, Svájc, Thaiföld, Törökország



suk szerint - főként az egyhavi előrejelzésük eredményes, míg a másik két - hosszabb érvényességi idejű - prognózisuk már kisebb beválási százalékot mutat.

Munkájukban - amely mind az északi hemiszféra, mind a regionális területek talajszintű légnyomásának, 500 mb-os AT-áinak, hőmérséklet- és csapadék-mezőinek 5 és 10 napos, havi és 3 havi átlagtérképeire, valamint a tengerfelszín hőmérsékleti mezőire ill. az extraterresztrikus hatások közül a napfolt-számok figyelembe vételére támaszkodik - analógia-kereső módszert ill. idő-sor-analíziseket alkalmaznak.

A *Koreai NDK*-ban 12 munkatárssal működik a hosszútávú előrejelző részleg. A 30 napos érvényességi idejű, 10 napos intervallumokra bontott - s 5 lehetséges kategóriát felhasználó hőmérséklet- és csapadékelőrejelzésük havonta egyszer jelenik meg. Szolgáltatásukat - más államokhoz hasonlóan - a mező- és erdőgazdálkodás, a halászat, a víz- és energiagazdálkodás igényli. Az újságokban, a TV-ben és a rádióban is közlik előrejelzéseiket.

Az 500 mb-os AT-ra épülő analógia-kereső modelljükben az északi hemiszférára ill. a regionális térségre vonatkozó talajszintű légnyomás, 500 mb-os AT, hőmérséklet- és szél-mezők

5 és 10 napos átlagtérképeit használják, s emellett a hóval és a jéggel borított térség aktuális adatait is figyelembe veszik.

Külön célszerű kitérnünk a fentebb felsorolt országok távprognosztikai tevékenységével kapcsolatos távlati kutatási terveire, melyek a földrajzi adottságokból eredő speciális témák mellett elsősorban a cirkulációs viszonyok különböző statisztikai módszerekkel történő vizsgálatára ill. bizonyos terresztrikus és extraterresztrikus faktorok időjárásra gyakorolt hatásának elemzésére vonatkoznak.

A teljesség és az összehasonlíthatóság kedvéért röviden tekintsük át a *hazai* távprognosztikai tevékenység főbb jellemzőit a Japán Meteorológiai Intézet által küldött kérdőíven feltüntetett szempontok szerint:

Az OMSZ Központi Meteorológiai Intézetének 4 főt foglalkoztató Távprognosztikai csoportja havonta egyszer ad ki 1-3 hónapos érvényességi idejű előrejelzéseket. A nyomtatott formában is megjelenő „Hosszútávú Előrejelzés” az időjárás várható alakulásának rövid összefoglalását követően havi bontásban, 5 lehetséges kategóriát felhasználva az elkövetkező 3 hónap havi közép-hőmérsékletének (8 magyarországi átlomásra vonatkozóan) és az országos

átlagban vett csapadékösszegének prognózisát tartalmazza.

Kiadványunk iránt igen komoly érdeklődés mutatkozik a különböző népgazdasági ágazatok, így az ipar, a mezőgazdaság, a kereskedelem, a víz- és energiagazdálkodás ill. a kormányzervek és a nagyközönség részéről. 1979-től - a kielégítőbb tájékoztatás érdekében - a „Magyar Mezőgazdaság” című folyóirat havonta közli távprognózisunk legfontosabb részeit.

Komplex, analógia-kereső módszerünk az atlanti-európai térség talajszintű légnyomásának és 500 mb-os AT-jának ill. a hemiszférikus méretű havi hőmérsékleti anomália mezők felhasználásán alapul.

A távprognosztikai kutató ill. operatív tevékenységünkkel kapcsolatos terveink kétirányúak: egyrészt a tengerfelszín hőmérséklete (SST) és az atlanti-európai térség makrocirkulációs viszonyai közötti kapcsolatok feltárása, és lehetőség szerint az SST értékek beépítése a már meglévő előrejelzési modellünkbe; másrészt a nemzetközi szinten koordinált (RGKNIR) kutatásokhoz kapcsolódva a szoláris hatásokra vonatkozó extraterresztrikus faktorok vizsgálata.

Befejezésül egy - véleményünk szerint igen fontos - tényt szeretnénk kiemelni. Ismeretes, hogy a távprognosztika a meteorológia tudományának máig is egyik legproblematisabb területe, s mint azt a fentiekben részletezett „keresztmetszet” is világosan tükrözi, - bár nem terjed ki a világ valamennyi hosszútávú előrejelzéssel foglalkozó intézete prognosztikai tevékenységének értékelésére - hogy a gazdaságilag, földrajzilag s tudományosan fejlettségben is előnyösebb helyzetben lévő országok sem képesek vagy még kísérletet sem tesznek az egyre fokozódó gazdasági és társadalmi igények kielégítésére, annak ellenére, hogy komoly felkészültségű csoportjaik ill. részlegiek foglalkoznak a téma kutatási és operatív fázisaival. Ezzel párhuzamosan - úgy érezzük - hogy a hazai szolgálat távprognosztikai tevékenysége a nemzetközileg is koordinált utat követve szerény, de perspektivikusnak értékelhető kutatási és operatív eredményekkel rendelkezik.

Czövekné dr. Kaba Magdolna

nyugalomba vonult

HERENDI FERENCNÉ

Harminchárom évi intézetünkben töltött szolgálati év után, 1978. december 31-én vonult nyugalomba Herendi Ferencné, Sallai Eleonóra.

1923-ban született Foktőn. 1942-ben kereskedelmi érettségit tett, majd 1946-ig - képesítésének megfelelően - könyvelőként dolgozott. A háború után, 1946 márciusában került szolgálatainkhoz, az akkori Aerológiai Osztályra. Új és ismeretlen volt számára az a munka, amit ott végeztek, de szorgalma, érdeklődéstől táplált tanulókodva gyorsan az osztály legkiválóbb technikusai közé emelte őt. Nagyon szerette a rádiószondázó munkát, 21 éven át látta el azt a szép, de nehéz, éjszakai szolgálattal járó munkakört. 1964-ben technikus vizsgát tett, és 1966-ban főtechnikus minősítést kapott.

Az operatív aerológiai munka után 1967-ben az Időjárási Kutató Osztály technikusává lett. Az aerológiai munkában szerzett tapasztalatai alapján az említett osztály legkiválóbb munkatársává vált. Gyorsan megtanulta a szinoptikus kutatásokhoz szükséges valamennyi munkát. A meteorológiai feldolgozások minden területén jártasságot szerzett, ez emelte őt az átlag fölé.

1973-ban az Időjárási Osztályból kivált Hidrometeorológiai Csoport munkatársa lett. Ez a csoport 1977-től

a Központi Előrejelző Intézetben, mint Csapadékszinoptikai Osztály folytatta kibővítt tevékenységét. A hosszú fárasztó utazásokat zokszó nélkül vállalva, követte az osztályt az Előrejelző Intézetbe, hogy az osztály alapozó munkájából is kivegye részét.

Végül külön kell szólnunk emberi magatartásáról. Derűs, kiegyensúlyozott lény volt mindig jó hatással volt munkatársaira. Szívesen, türelmesen és hozzáértéssel segédkezett az új, fiatal dolgozók betanításában. Segítő, megértő barátja volt a fiataloknak, akihez bármiféle problémával, gonddal fordulhattak. Összefoglalva a legtöbb, amit mondhatunk, Ellikét mindenki szereti, ezért is búcsúztunk tőle kicsit fájó szívvel nyugdívavonulásakor, 1978. december 31-én, amikor megérdemelt pihenését elkezdte.

Bodolai Istvánné,
Takács Ágnes

BENCZE ZOLTÁNNÉ

Bencze Zoltánné - sokak által Kiss Lajosnének ismert - munkatársunk 1979. május 1-től, 37 évi szorgalmas és lelkiismeretes munka után vonult nyugalomba. 1962-ben a Honvédség polgári állományából jött a Meteorológiai Szolgálathoz. 1963-ban került a Könyvtárba, ahol igen nagy lelkesedéssel, lelkiismeretességgel, odaadással gyorsan elsajátította a

sokoldalú munka ismereteit, és végezte önállóan minden reszortját, ahogy erre szükség volt az évek során.

A könyvtáros és adminisztratív munkában egyaránt jeleskedett. Kivételes számmemóriája jól kamatozott. Pontos, tiszta adminisztratív tevékenységére mindig lehetett számítani mind a napi szakmai, mind a társadalmi feladatoknál. Munkája elismeréseként 1978. április 4-én az OMSZ elnöke a „KIVÁLÓ MUNKAÉRT” kitüntetésben részesítette.

Mind párt- és szakszervezeti bizalmiként, mind a magánéletben barátként önzetlenül segített. Harcos munkása volt a különböző rábízott vagy magára vállalt ügyeknek.

Új életéhez kívánunk jó egészséget, vidám kedvet, megelégedést, jó pihenést. Kérjük, tartsa meg régi munkáját, munkatársait, barátait jó emlékezetében.

Valent Erzsébet

BARTHA KÁROLY

Bartha Károly 1919. május 16-án, Budapesten született. Nehéz anyagi körülmények között nőtt fel. Már fiatalon kapcsolatba került a meteorológiával, amikor 1938. október 1-én bevonult tényleges katonai szolgálatra. Behívója a Budaörsi Repülőtér Időjelző századához szólt. Az újonckiképzés után elvégezte az Időjelző tanfolyamot. Ekkor még nem tudta,

hogy ez az „ismeretség” egészen nyugdíjig tart, sőt még azután is elkíséri.

Az Országos Meteorológiai Intézet kötelékébe 1946. november 1-én került, ahol jól hasznosíthatta a repülés-meteorológia terén szerzett ismereteit. Kezdetben a Fehérvári Előrejelző Osztályon dolgozott észlelői minőségben, később pedig a Hírközpontban mint csoportvezető főtechnikus a géptermi szolgálat ellátását és irányítását végezte.

1958-ban gimnáziumi érettségit tett.

1969 májusában az Éghajlati Tájékoztató Osztályhoz került, ahol tíz évig kezelte az Archivumban tárolt meteorológiai anyagot. Ő adta ki a külső ügyfelek és a belső munkatársak részére az adatszolgáltatásokhoz és kutatásokhoz szükséges meteorológiai adatokat.

Hosszú gyakorlati tapasztalatának köszönhető, hogy az Archivumban tárolt adatok „mindentudója” lett. Tanácsokkal is segítette a hozzáfordulókat.

Munkáját mindig fegyelmezetten, pontosan és kifogástalan szakmai felkészültséggel végezte.

Bartha Károly 1979. május 31-én ment nyugállományba.

Ezúton is kívánunk neki jó egészséget és sok „horgász” sikert, hogy hosszú ideig és nyugodt körülmények között élhesse a megérdemelt nyugdíjas élet örömeit.

Várad Ferenc



Az alábbiakban számolunk be az 1978-79-es esztendőben bekövetkezett változásokról:

Éghajlatkutató állomások:

Jósvafő: bizonylatozó állomásunkról Szilvay Péter 1974-től küldte a pontos bizonylatokat. Elköltözése után Izápy Gábor a Barlangkutató Állomás vezetője az új munkatárs.

Tiszabecs: Szabó András gátőr 13 éven keresztül küldte a táviratokat, munkáját fia, Szabó Gusztáv folytatja.

Makó: Régi, kedves munkatársunk Mendei Mihály betegség miatt mondott le, a sürgönyözést Pintér Hermina vállalta.

Karcag-Tilalmas: Pisák János utódja Varga Géza.

Letenye: átmeneti nehézségek után, Pusztai Lajos vállalta, hogy táviratokat ad fel részünkre.

A zúzmaramérő hálózat önálló állomása **Balatonakarrattyá;** elsőként Jakab Kálmánné vállalkozott a mérésekre, melyeket most Lantos Kálmán folytat.

Rajka: Bokros Károlyné halála óta Lakos Imréné sürgönyöz naponta.

Csapadékmérő állomások:

A meteorológia iránt őszintén érdeklődő, kedves munkatárstól köszöntünk el **Medgyesbodzás**on. Csáky Kálmán tanár 1949-ben kapcsolódott a hálózatba. Utódjául Csécsi Istvánt ajánlotta.

Jászfelsőszentgyörgy: Nagy M. Pál betegsége miatt mondott le, több mint 20 évig szolgáltatta az adatokat.

Hasonlóképpen igen hosszú ideig, 20-30 esztendőig tartó munkásságért mondunk köszönetet Tóth György **nagyiváni**, Szabó Miklós **csopaki**, és Lajos Imre **mezőkeresztesi** észlelőinknek. Utódaik: Balla József, Dr. Juhász Lászlóné és Szamosi Lajos.

Több, mint egy évtizedig végezték folyamatosan a méréseket **Sásdon** Fehér Antalné, **Bőszénfán** Tancos János, **Mezőhéken** Hegedűs Sándorné, **Szabadkigyóson** Nagy Antal, **Zalaszentgróton** Tatár Lajosné és **Perecsén** Soltész Nagy Lajos. A megbízóleveleket Csirke István, Fürstein András, Majoros Józsefné, Nagy Imréné, Tatár Ferencné és Gergováczy György részére küldték el.

Elköltözés vagy egyéb ok miatt még az alább felsorolt állomásokon voltak változások:

Kabán R. Nagy Károlyné, **Csévharaszton** Rózsa Lajosné, **Komló-Zobákpusztán** Csillag Ferenc, **Káván** Benyó Pál, **Bp. Egressy-úton** Bárd Lászlóné, **Tótkomlóson** Szekeres János, **Táplánszentkereszten** Dr. Tomcsányi Nándor, **Ártándon** Nagy Dezső, **Sárváron** Molnár Lajos, **Böhönyén** Bakos Ferenc, **Szentpéterföldén** David Lajosné, **Komádiban** Nagy Sándor, **Tégláson** Fejérvári Sándor, **Hejőbábán** Bíró József, **Jákon** Molnár Jánosné az új munkatárs. Valamennyiüket köszöntjük és kérjük, hogy pontos adat-szolgáltatással segítsék munkánkat.

HALÁLOZÁSOK:

Szomorúan vettük az értesítéseket kedves munkatársaink haláláról. Valamennyien hosszú ideig voltak lelkes, szorgalmas észlelőink.

Kádár Sándorné (**Hejőbába**) 1951 óta a kötelező jelentésében kívül a rendkívüli időjárási eseményekről is azonnal tudósított bennünket.

özv. Pozsár Gyuláné (**Téglás**) férje halála után is küldte a jelentéseket.

Szívós József (**Komádi**) szintén 1951-től tartozott észlelőink táborába.

Wurm Nándor (**Kapuvár**) táviratokat adott fel és fenológiai megfigyeléseket végzett.

Marits Gyuláné (**Ják**) jelentései 2 évtizeden keresztül érkeztek pontosan.

Kraumann Erik egyike volt a legrégebb lelkes munkatársainknak: **Nagyatádon** most a méréseket Kraumann Erikné folytatja.

Gerdei Józsefné (**Sellye**) munkatársunktól is búcsuzunk: a jelentéseket ezután férje küldi.

Dér Károly (**Kálpolnásnyék**) 1953-ban kapta megbízólevelet, és azóta példamutató lelkiismeretességgel végezte feladatát, melyet most özvegye folytat.

Ugray József (**Kercaszomor**) személyében legrégebb észlelőnket veszítettük el: 1926-tól kaptuk azonos helyről az adatokat, és kapjuk továbbra is, mert özvegye küldi a jelentéseket.

Tatár Ferenc (**Mindszent**) 1952-ben jelentkezett először adataival, most özvegye tudósít.

Régi kedves munkatársaink emlékét megőizzük és családtagjaik fogadják őszinte részvétünket. Mindazoknak köszönetet mondunk, akik elhunyt hozzátartozóik helyett vállalták az állomás vezetését.

Szentimrey Béláné



MAGYARORSZÁG

IDŐJÁRÁSA

1979

nyarán



NAPSÜTÉS

1979. június

A hónap első hét napján napkelte után napnyugtáig sütött a nap. Ezután fel-

hős, időnként borult időszak következett. Huszadikán és huszonegyedikén szinte az egész országot zárt felhőtakaró borította. Később a felhőzet fokozatosan felszakadozott, és a hónap hátralevő részében többnyire napsütéses, derült időjárás volt.

1979. július

Változó, időnként a borultságig megnövekvő felhőzet alakította a hónap időjárását. Gyakran váltogatták egymást a derült és a borultabb időszakok. Többször előfordult, hogy egy-

két napon át egyáltalán nem sütött ki a nap. Zavartalan, egész napon át tartó napsütés a hónap első harmadában, két-három napon volt.

1979. augusztus

A júliusi felhős, változékony időjárást augusztusban napos, derült időszak váltotta fel. Az első hét-nyolc nap folyamán szinte minden nap reggeltől estig tartott a napsütés. Ezután a felhőzet megnövekedett, már csak 15-e táján derült ki néhány napra, és a hónap végéig változékony, túlnyomóan felhős idő volt.

állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	214	-33	4	2
Győr	226	-41	2	2
Keszthely	263	-6	4	1
Siófok	268	-11	3	1
Pécs	280	+6	5	0
Budapest	249	-24	4	1
Szolnok	270	-10	8	1
Szeged	263	-20	6	1
Békéscsaba	285	+10	7	0
Debrecen	278	0	4	0
Nyíregyháza	250	-28	7	0
Miskolc	201	-57	3	1

állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	155	-110	0	2
Győr	180	-109	0	4
Keszthely	222	73	1	4
Siófok	234	-73	1	4
Pécs	249	-62	2	2
Budapest	230	-78	0	4
Szolnok	245	-69	4	4
Szeged	255	-67	5	1
Békéscsaba	226	-85	2	2
Debrecen	215	-94	0	2
Nyíregyháza	190	-124	1	1
Miskolc	160	-135	0	2

állomás	havi összeg (óra)	eltérés az átlagtól	napok száma	
			derült	borult
Szombathely	231	-29	8	1
Győr	253	-19	8	0
Keszthely	274	-5	11	3
Siófok	291	+5	9	1
Pécs	290	+1	11	0
Budapest	263	-21	9	2
Szolnok	252	-31	11	1
Szeged	243	-55	11	1
Békéscsaba	233	-47	9	4
Debrecen	238	-41	8	5
Nyíregyháza	207	-73	8	5
Miskolc	213	-47	10	3



LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLET

1979. június

A hónap elején folytatódott a május közepe óta tartó kánikula. A nappali felmelegedések általában 29-34 fok között voltak. 14-e után hűvösebb légtömegek árasztották el a Kárpát-medencét, ez közel 5 fokos lehűlést eredményezett országszerte. Az átmeneti hőmérsékletcsökkenés után fokozatos felmelegedés következett, és a hónap utolsó napjaiban visszatért a kánikula. Az ország területén előfordult havi abszolút maximumot (34,6°) 2-án Örkenyben, 3-án Nagykönyiben és 7-én Kiskunfélegyházán, a havi abszolút minimumot (7,4°) 18-án Királyréten mérték.

1979. július

A kevesebb napsütés hatására a nappali felmelegedés gyenge volt. A leghűvösebb a hónap első 4-6 napjában volt, ekkor a hőmérséklet napi középértékei 6-7 fokkal a sokévi átlag alatt maradtak. Átlagosnál melegebb időjárás a hónap során csupán egy-egy napon fordult elő. Az ország területén előfordult havi abszolút maximumot (33,0°) 20-án Szentesen, a havi abszolút minimumot (6,5°) 29-én Romhányban mérték.

állomás	havi középérték	eltérés az átlagtól	abszolút maximum nap	abszolút minimum nap	abszolút minimum a talaj mentén nap	dekádközép			napok száma
						1. dekád	2. dekád	3. dekád	

1979. június

Szombathely	19,2	+1,6	30,9	5.	10,4	18.	9,0	18.	21,6	17,0	19,1	16	6
Győr	20,3	+1,7	31,6	1.	11,0	19.	9,6	4.	22,8	17,9	20,3	20	8
Keszthely	20,7	+2,0	31,2	7.	11,7	18.	10,6	18.	23,3	18,5	20,3	21	6
Siófok	21,5	+2,2	32,6	2.	14,0	19.	12,9	19.	23,9	19,4	21,2	20	6
Pécs	21,4	+2,4	31,2	3.	12,4	19.	10,8	19.	24,2	19,4	20,8	23	9
Budapest	21,7	+2,4	31,8	2.	12,7	19.	10,6	18.	24,2	19,4	21,5	22	9
Szolnok	21,8	+2,3	33,0	28.	12,5	19.	12,2	19.	23,8	19,9	21,8	24	13
Szeged	21,7	+1,9	32,2	2.	12,0	19.	11,6	7.	23,8	19,9	21,5	24	10
Békéscsaba	21,3	+2,0	32,2	2.	12,7	4.	11,2	4.	22,4	20,0	21,7	25	8
Debrecen	21,7	+2,1	32,1	2.	12,6	19.	12,1	19.	22,8	20,3	22,0	23	8
Nyíregyháza	21,5	+2,5	32,4	2.	12,7	21.	10,4	19.	22,7	20,3	21,6	24	8
Miskolc	20,8	+2,2	33,0	2.	11,5	19.	10,6	4.	22,3	19,4	20,8	23	6

1979. július

												nyári	hőség
Szombathely	17,1	-2,5	28,8	19.	8,2	24.	6,2	9.	15,2	18,2	17,9	5	0
Győr	17,9	+2,7	30,0	19.	10,4	23.	8,4	24.	15,8	19,1	18,8	8	1
Keszthely	18,3	+2,3	29,0	31.	9,0	9.	7,5	9.	16,4	19,4	19,2	12	0
Siófok	19,4	-1,9	29,3	19.	12,8	29.	11,6	12.	17,6	20,1	20,3	9	0
Pécs	18,5	-2,6	30,2	31.	10,2	9.	8,2	9.	16,1	19,6	19,6	10	1
Budapest	19,0	-2,5	30,3	31.	10,4	11.	8,0	11.	16,9	19,6	20,3	9	2
Szolnok	18,9	-1,7	31,7	31.	9,5	6.	8,7	12.	17,3	19,6	19,7	13	4
Szeged	18,8	-3,0	31,5	31.	9,0	12.	7,8	6.	17,0	19,6	19,7	12	5
Békéscsaba	18,5	-2,9	30,6	20.	8,4	12.	6,9	12.	16,6	19,4	19,5	14	2
Debrecen	17,9	-3,8	29,5	20.	9,1	24.	8,3	24.	16,2	19,2	18,2	8	0
Nyíregyháza	17,9	-2,9	29,5	20.	9,6	2.	8,0	2.	16,5	18,9	18,3	8	0
Miskolc	17,8	-2,8	29,1	31.	8,8	12.	7,3	2.	16,3	18,5	18,5	7	0

1979. augusztus

												nyári	hőség
Szombathely	17,3	-1,7	30,7	2.	5,8	26.	4,2	26.	20,0	17,2	15,1	11	1
Győr	18,6	-1,3	31,4	2.	7,7	31.	4,0	13.	21,1	18,5	16,4	15	3
Keszthely	18,7	-1,7	30,4	3.	7,0	26.	6,4	26.	21,1	18,8	16,6	16	2
Siófok	19,6	-1,2	31,7	1.	9,6	31.	8,1	31.	22,2	19,3	17,5	14	2
Pécs	19,1	-1,5	33,5	3.	8,2	26.	6,2	26.	22,1	18,4	16,9	14	4
Budapest	19,6	-1,1	33,8	2.	8,4	26.	5,2	26.	22,9	18,9	17,4	17	4
Szolnok	19,2	-1,8	35,4	2.	8,6	30.	7,4	31.	22,5	18,2	17,1	15	5
Szeged	19,2	-1,9	35,3	3.	7,2	30.	6,4	30.	22,8	17,9	17,2	16	4
Békéscsaba	19,1	-1,7	35,5	3.	7,1	28.	5,7	30.	22,9	17,4	17,3	16	5
Debrecen	18,5	-2,3	33,7	3.	6,6	28.	5,8	28.	22,3	16,9	16,4	13	4
Nyíregyháza	18,4	-1,8	33,4	2.	7,5	31.	5,8	31.	22,2	16,9	16,5	14	4
Miskolc	18,5	-1,4	33,4	3.	6,6	29.	5,1	31.	21,7	17,8	16,2	16	4

1979. augusztus

Habár a hónap elején igen erős volt a felmelegedés, a hőmérséklet havi középértéke elmaradt a sokévi átlagtól. Legmelegebb időjárás a hónap első napjaiban volt, ekkor nem volt ritka a 33-36 fokos maximumhőmérséklet. Ezután fokozatos lehűlés következett, és tizedike körül hűvös, őszi időjárás uralkodott. A továbbiakban a hónap végéig mérsékelt meleg és hűvösebb időszakok váltogatták egymást. Az ország területén előfordult havi abszolút maximumot (36,4°) 3-án Kisteleken és Nagykátán, a havi abszolút minimumot (4,1°) 31-én Homokszentgyörgyön mérték.



CSAPADÉK

1979. június

A hónap első harmadában számottevő csapadék csupán néhány helyen fordult elő. Az ország középső és déli területein, valamint a Kisalföldön vagy egyáltalán nem esett, vagy esett, de

állomás	havi összeg mm	eltérés az átlagtól mm	eltérés az átlag %-ában	dekádösszeg			napok száma		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád	csapadék > 1mm	csapadék > 5mm	zivataros
Szombathely	111	+30	138	10	83	19	11	7	17
Győr	93	+25	137	0	76	17	8	6	9
Keszthely	150	+71	190	15	72	63	11	8	12
Siófok	164	+99	252	3	145	16	11	8	13
Pécs	82	+16	121	0	60	21	9	4	12
Budapest	84	+10	114	5	70	9	8	6	12
Szolnok	60	-8	88	0	54	6	10	2	7
Szeged	78	+15	124	1	55	22	13	6	8
Békéscsaba	68	-6	92	1	35	32	10	6	12
Debrecen	112	+36	140	20	86	6	10	4	11
Nyíregyháza	49	-32	60	2	44	4	8	4	8
Miskolc	72	-13	85	20	34	18	13	8	13

1979. június

1979. július

Szombathely	103	+12	113	28	30	44	13	5	9
Győr	43	-24	64	30	6	7	11	2	8
Keszthely	87	+11	113	18	49	20	13	7	12
Siófok	30	-26	54	13	12	5	9	1	5
Pécs	79	+21	136	65	8	6	14	3	7
Budapest	35	-18	66	26	7	2	8	2	6
Szolnok	68	+16	131	23	38	7	9	4	2
Szeged	38	-13	75	15	17	6	6	5	7
Békéscsaba	51	-6	89	26	23	2	9	3	8
Debrecen	78	+21	137	47	12	19	13	7	11
Nyíregyháza	114	+51	181	67	9	37	15	6	9
Miskolc	80	+14	121	39	9	32	14	5	7

1979. augusztus

Szombathely	112	+34	144	34	64	14	10	4	6
Győr	71	+13	122	17	40	14	7	5	5
Keszthely	61	-10	86	21	22	18	10	6	4
Siófok	50	-8	86	10	15	24	5	4	4
Pécs	75	+22	142	9	10	56	7	4	6
Budapest	47	-3	94	8	22	18	6	4	4
Szolnok	51	+8	119	19	18	14	9	5	5
Szeged	52	+5	111	8	25	19	7	5	6
Békéscsaba	52	+6	113	11	32	9	10	4	4
Debrecen	62	+1	102	25	26	11	12	2	6
Nyíregyháza	61	-11	85	17	35	8	10	4	4
Miskolc	60	-6	91	13	19	27	9	5	7

10 mm-nél kevesebb. Tizedike után végeszakadt a május óta tartó száraz időszaknak, és ezután hoszonharmadikáig az ország területén minden nap volt csendes eső vagy zivatarral kísért nagy csapadékhozamú zápor. Az ezt követő 4-5 nap szárazabb időszak után a hónap utolsó két napján ismét jelentős mennyiségű csapadék hullott.

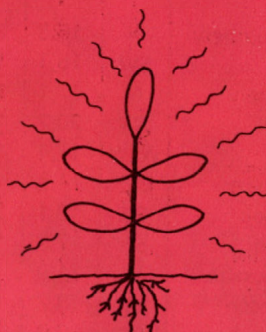
A hónap egészét tekintve a lehullott csapadék mennyisége többé-kevésbé megfelelt a sokévi átlagnak, de a Balaton környékén és az Északi-középhegységben a csapadék összege az átlag kétszeresét is meghaladta. Fentiekből látható, hogy a havi csapadékösszeg nem ad támpontot a csapadék időbeli jellemzésére.

1979. július

Júniushoz képest ebben a hónapban valamivel egyenletesebb volt a csapadék időbeli eloszlása. Egy-két napos csapadékmentes időszakot leszámítva csaknem minden nap előfordult hazánk területének nagy részén eső. A hónap első kétharmadában dekádonként 25-50 mm csapadék hullott, bár a harmadik dekádban az északkeleti és a nyugati országrészben volt a több csapadék, általában mindenütt hullott legalább 3 mm eső az időszak folyamán.

1979. augusztus

A hónap derült, száraz időjárással indult. A harmadikán illetve negyedikén bekövetkezett átmeneti esőzést ismét csapadékmentes napok követték. Nyolcadikán nedves légtömegek érték el az országot, s előbb csak a Dunántúlon, később országszerte esőzések voltak. A hónap közepétől egy hétig tartó szárazabb időszak következett, majd a hónap végéig két-három naponként váltották egymást az esős és a csapadékmentes periódusok.



LÉGNEDVESSÉG

1979. június

A hónap első dekádjában igen magas volt a levegő párologtatóképessége.

állomás	átlagos relatív nedvesség %	relatív nedvesség 13 órási átlaga %	átlagos telítési hiány mb	a levegő párologtató képessége		
				dekád		
				összeg mm		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád
Szombathely	77	61	6,2	54	23	32
Győr	73	56	8,0	61	24	33
Keszthely	72	60	8,1	59	25	28
Siófok	72	59	8,1	65	33	31
Pécs	67	53	9,9	77	42	53
Budapest	67	51	10,2	69	33	49
Szolnok	69	52	9,8	80	48	53
Szeged	66	50	10,5	69	46	49
Békéscsaba	74	56	8,2	65	47	50
Debrecen	69	51	9,5	68	48	51
Nyíregyháza	67	50	9,9	65	42	49
Miskolc	71	57	8,6	61	40	48

Egyes napokon elérte, sőt néhol meghaladta a 7-8 mm-t. A hónap hátralevő részében a csapadékos időjárás hatására csökkent a vízfelszínre vonatkoztatott párologtatóképesség értéke, a dekádösszegek többnyire 30-50 mm között voltak.

1979. július

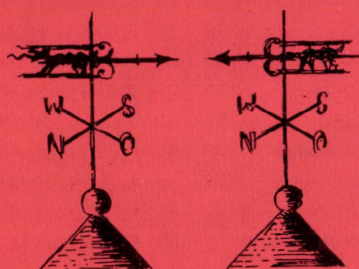
A hónap folyamán a levegő párologtatóképessége nem ért el olyan extrém értékeket, mint júniusban. A levegő nedvességtartalma a sok csapadék hatására viszonylag magas volt, a betakarított kalászosok egy részét szárítani kellett.

állomás	átlagos relatív nedvesség %	relatív nedvesség 13 órái átlaga %	átlagos telítési hiány mb	a levegő párologtató képessége		
				dekád		
				összeg mm		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád
Szombathely	80	66	4,4	20	27	40
Győr	74	59	5,9	21	30	42
Keszthely	76	61	5,7	21	29	48
Siófok	72	61	6,7	29	27	51
Pécs	72	58	6,8	35	45	59
Budapest	67	52	8,1	28	51	51
Szolnok	71	55	7,3	38	55	57
Szeged	71	52	7,5	35	48	55
Békéscsaba	73	54	6,8	34	46	51
Debrecen	74	56	6,2	29	47	41
Nyíregyháza	74	59	6,2	28	45	34
Miskolc	73	59	6,3	28	42	47

1979. augusztus

A légnedvesség július végi értékei augusztus 9-ig többé-kevésbé változatlanok maradtak. Ezt követően a hónap végéig a változékony időjárás hatására szárazabb és nedvesebb időszakok gyakorta váltogatták egymást.

állomás	átlagos relatív nedvesség %	relatív nedvesség 13 órás átlaga %	átlagos telítési hiány mb	a levegő párologtató képessége		
				dekád		
				összeg mm		
				1. dekád	2. dekád	3. dekád
Szombathely	80	61	4,9	47	41	34
Győr	74	54	6,7	49	46	43
Keszthely	75	57	6,3	52	46	39
Siófok	72	58	7,0	57	48	45
Pécs	69	51	8,0	62	48	46
Budapest	67	47	9,0	61	46	46
Szolnok	74	57	7,1	63	43	47
Szeged	72	53	7,9	63	45	45
Békéscsaba	73	55	7,6	62	31	45
Debrecen	76	56	6,3	62	34	43
Nyíregyháza	76	58	6,2	59	34	37
Miskolc	74	54	6,8	62	33	44



SZÉL

1979. június

A hónap első és utolsó harmadában az ország területének nagy részén általában mérsékelt légmozgás volt, bár é-

állomás	maximális széllökés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	N	16,3	20.	2
Győr	SW	15,1	14.	1
Keszthely	N	15,1	16.	1
Siófok	SW	20,2	14.	9
Pécs	WSW	17,4	12.	4
Budapest	ESE	14,1	1.	0
Szolnok	SW	13,1	15.	0
Szeged	SW	17,9	18.	1
Békéscsaba	W	11,9	14.	0
Debrecen	NW	18,2	8.	3
Nyíregyháza	WNW	12,0	14.	0
Miskolc	NW	9,5	30.	0

szakkeleten és északnyugaton időnként megerősödő, sőt viharossá fokozódó szél is előfordult. A legerősebb légmozgásokat 14-18-a között figyelték meg; országszerte 12-20 m/sec szélesebséget mértek. Ekkor a labilis légrétegződés hatására heves zivatarok voltak az országban mindenütt, és a még aratás előtt álló gabonában, valamint a gyümölcsösökben sokfelé súlyos károk keletkeztek.

1979. július

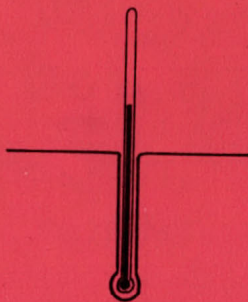
állomás	maximális széllökés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	WNW	19,8	20.	4
Győr	NNW	14,1	6.	0
Keszthely	W	17,7	20.	2
Siófok	WSW	22,0	30.	5
Pécs	N	15,4	30.	2
Budapest	NW	18,2	7.	3
Szolnok	WNW	16,2	20.	1
Szeged	NW	20,0	20.	3
Békéscsaba	NW	16,4	15.	1
Debrecen	WNW	16,0	20.	1
Nyíregyháza	SW	12,1	31.	0
Miskolc	NW	10,5	8.	0

A hónap első napjaiban folytatódott a június végi, viszonylag szélcsendesebb időszak. Később - elsősorban a Dunántúlon - megerősödött a szél, de a második dekád folyamán ismét szélcsendesebb időszak következett. 19-étől kezdve nyugat felől hűvösebb légtömegek árasztották el az országot, melynek hatására előbb nyugaton, később a keleti országrészben erős, viharos légmozgásokat észleltek. Ezután csendesebb időszak következett, és a hónap végén általában mérsékelt vagy gyenge szél volt, az északnyugati országrészt kivéve, ahol 20 m/sec-nál nagyobb szélesebségek is előfordultak.

1979. augusztus

Negyedikén nyugat-keleti irányban heves szélvihar vonult végig az ország területén, legtöbb helyen zivattarral párosulva. A szélvihar erősségére jellemző, hogy még a keleti országrészt elérve sem veszített erejéből, Szarvas, Debrecen térségében is 27 m/sec szélesebséget mértek. A leghévesebb a Balaton térségében volt, ahol a széllökések a 30-34 m/sec-ot is elérték. A továbbiakban általában szélcsendes periódus következett, gyenge ill. mérsékelt légmozgással, s csupán 24-én észleltek - az északkeleti országrészt kivéve - viharos erősségű szelet hazánk területén.

állomás	maximális széllökés			viharos napok száma
	iránya	sebessége m/s	napja	
Szombathely	N	19,2	4.	2
Győr	NW	24,0	4.	2
Keszthely	N	19,2	4.	1
Siófok	NW	33,8	4.	5
Pécs	N	21,6	4.	2
Budapest	NW	26,3	4.	2
Szolnok	W	13,9	4.	0
Szeged	S	24,2	24.	2
Békéscsaba	NNW	19,0	4.	1
Debrecen	ENE	27,7	4.	1
Nyíregyháza	ENE	10,6	14.	0
Miskolc	W	9,1	28.	0



TALAJHŐMÉRSÉKLET

állomás	átlagértékek 5 cm mélységben			átlagértékek 10 cm mélységben		
	1. dekád	2. dekád	3. dekád	1. dekád	2. dekád	3. dekád

1979. június

A talaj 5 cm mélységben mért hőmérsékletének 13 órai átlaga az első dekádban többnyire 30-36 fok között volt, ebben az időszakban a réteg hőmérsékletének napi ingása megközelítette a 10 fokot. A továbbiakban a nappali felmelegedés mérséklődött, és a napi ingás is 5-7 fokra csökkent. A 20 cm mélységben mért hőmérséklet napi ingása a hónap folyamán 2-4 fok volt.

Szombathely	27,0	20,0	21,2	26,6	20,1	20,8
Győr	28,6	22,1	21,6	28,5	22,5	22,7
Keszthely	27,0	21,0	21,2	27,0	21,3	21,2
Siófok	28,0	22,7	22,7	27,3	22,7	22,4
Pécs	29,4	23,1	24,3	29,1	23,7	24,2
Budapest	27,9	22,2	24,8	26,2	22,1	24,1
Szolnok	30,0	24,4	25,8	27,9	24,4	25,2
Szeged	26,4	22,5	22,5	26,2	22,6	22,3
Békéscsaba	26,2	23,0	24,7	25,8	23,0	24,0
Debrecen	25,7	23,5	25,1	25,5	23,5	24,6
Nyíregyháza	29,3	24,8	26,3	28,8	24,8	25,8
Miskolc	24,8	21,1	21,6	24,1	20,9	21,4

1979. június

1979. július

Az 5 cm mélységben mért talajhőmérséklet napi változása időnként a 12 fokot is elérte. Egy-két csapadékos napon e mélységi talajhőmérséklet gyakorlatilag nem változott a nap során, ami a napközben lehullott csapadék hűtő hatásának tudható be. A 20 cm-es mélységben 13 órakor mért talajhőmérséklet a hónap során általában 20-27 fok között volt, és 0,5-1,5 fok pontossággal megegyezett az e mélységben észlelt hőmérsékletek napi középértékével.

Szombathely	15,9	20,2	19,7	16,0	19,9	19,6
Győr	18,3	21,6	22,5	18,5	21,4	22,4
Keszthely	17,7	20,4	20,9	18,0	20,5	21,0
Siófok	19,5	22,7	23,0	19,6	22,4	20,7
Pécs	18,1	22,2	24,3	18,7	22,2	24,6
Budapest	22,0	22,3	24,1	20,1	22,3	23,6
Szolnok	21,8	22,4	24,6	22,0	23,4	24,4
Szeged	19,0	21,0	22,6	19,1	20,7	22,5
Békéscsaba	19,3	21,1	23,1	19,0	20,3	22,3
Debrecen	19,8	22,0	22,1	20,2	21,7	22,0
Nyíregyháza	20,4	22,5	21,6	20,5	22,1	21,5
Miskolc	19,8	19,0	19,9	17,9	18,8	19,8

1979. július

1979. augusztus

A talaj felső rétegeinek hőmérséklete a hónap során fokozatosan csökkent. Az első dekádban még a 20 cm-es mélységben is 23-27 fok volt a talaj napi középhőmérséklete. A huszadika táján bekövetkezett lehűlések eredményeképpen a hónap végére 18-21 fokig hűlt átlagosan a felső 20-30 cm-es réteg. A 150-200 cm-es mélységben a hónap folyamán közel 1 fokos melegeedés volt tapasztalható.

Szombathely	22,2	19,7	16,6	22,2	19,6	16,9
Győr	25,1	22,1	18,6	25,1	22,2	18,7
Keszthely	22,7	20,4	18,3	20,9	20,4	18,6
Siófok	25,1	22,5	18,8	25,2	22,4	19,1
Pécs	27,1	22,6	19,7	27,5	23,1	20,2
Budapest	25,7	21,5	19,9	25,5	21,5	20,0
Szolnok	27,5	21,8	21,2	27,0	22,2	21,5
Szeged	26,0	20,1	19,5	25,9	20,3	19,6
Békéscsaba	25,8	19,5	19,8	25,0	19,3	19,2
Debrecen	26,1	18,8	19,4	25,8	19,2	19,4
Nyíregyháza	26,8	19,2	19,7	26,6	19,2	19,8
Miskolc	23,9	18,9	17,2	23,5	18,8	17,3

1979. augusztus



TALAJNEDVESSÉG

állomás	telítettség a szántóföldi hasznos vízkapacitás %-ában							
	0 - 50 cm réteg				50 - 100 cm réteg			
	1-én	11-én	21-én	utolsó napon	1-én	11-én	21-én	utolsó napon

1979. június

1979. június

A hónap első dekádjában a talaj 0-50 cm-es rétegében 25-35 %, az 50-100 cm-es rétegben 30-40 % volt a talaj nedvességtartalma a hasznos vízkapacitás százalékában mérve. Ezt követően a nagy csapadékhözamú esőzések hatására a felső 50 cm-es réteg a nyugati országrészben csaknem telítődött, de az ország keleti felében is legalább 25-30 százalékkal megnövekedett. A mélyebb - 50-100 cm-es - rétegbe való leszívargás viszonylag csekély volt. A hónap végére egyedül Zalaegerszeg térségében telítődött a talaj felső 1 méteres rétege, helyi záporok nagy csapadékhözamának hatására.

Szombathely	32	32	94	83	58	38	37	45
Győr	34	26	79	68	41	33	32	32
Keszthely	26	31	85	93	41	35	34	34
Siófok	26	22	92	79	24	32	31	68
Pécs	22	18	53	44	38	32	31	29
Budapest	34	29	81	49	37	31	30	29
Szolnok	26	20	62	38	29	25	24	24
Szeged	23	20	55	44	32	28	27	26
Békéscsaba	49	30	52	47	59	44	39	37
Debrecen	28	34	86	50	55	40	38	37
Nyíregyháza	38	28	57	37	57	41	37	34
Miskolc	35	38	50	40	60	43	39	37

1979. július

1979. július

A Dunántúlon korábban telítődött 0-50 cm-es réteg nedvességtartalma az első dekád végére fokozatosan csökkent. Csökkenő tendencia jellemezte a talajnedvességet a hónap további részében is. Július végére a felső 50 cm-es réteg nedvességtartalma 30-60 % között volt, csupán a Felső-Tisza vidékén közelítette meg a telítettségi állapotot, ami e terület nedves, csapadékos időjárásának tudható be.

Szombathely	89	93	89	76	48	48	60	62
Győr	78	60	43	42	32	32	30	28
Keszthely	91	93	69	52	53	53	63	58
Siófok	66	56	38	33	67	65	53	42
Pécs	79	51	35	32	29	29	27	25
Budapest	58	39	30	29	29	27	25	23
Szolnok	42	48	31	33	23	22	21	20
Szeged	40	35	28	27	26	25	23	22
Békéscsaba	49	41	30	29	36	34	31	28
Debrecen	72	49	43	39	36	35	33	31
Nyíregyháza	88	59	69	47	33	32	32	30
Miskolc	53	37	40	31	35	34	31	29

1979. augusztus

1979. augusztus

A hónap eleji - viszonylag száraz időszakban - a talaj is 5-15 mm-t veszített nedvességtartalmából. A legintenzívebb kiszáradás a Duna vonalának mentén és az Alföld déli területein volt. A hónap további részében az őszi vetéseket előkészítő talajmunkák során a felső 50 cm-es réteg még tovább veszített nedvességtartalmából.

Szombathely	76	90	73	53	62	57	74	70
Győr	42	60	44	35	28	27	26	25
Keszthely	52	49	44	35	58	50	46	44
Siófok	33	36	41	31	42	37	34	33
Pécs	32	35	57	41	25	24	23	23
Budapest	29	36	34	25	23	22	22	21
Szolnok	33	36	30	24	20	19	19	18
Szeged	27	39	32	24	22	21	21	20
Békéscsaba	29	48	32	27	28	27	26	25
Debrecen	39	44	35	28	31	30	29	28
Nyíregyháza	47	61	45	35	30	30	29	28
Miskolc	31	36	37	29	29	28	27	26

