

# IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

## TARTALOM

<b>Dr. Bodolai István</b> .....	185
<i>Láng Sándor</i> : Az éghajlatváltozások krioszférikus és litoszférikus bizonyítékai ..	186
<i>Sarov, Vl.</i> : Izobárfelületek abszolút geopotenciáljának meghatározása meteorológiai műholdak segítségével .....	198
<i>Jakubjak, B.</i> : Műholdas mérések felhasználása a geopotenciál-analízis spektrális modelljében .....	201
<i>Miskolciné Szabari Anna</i> : Rövidtávú előrejelzések verifikációja .....	213
<i>Galló Vilmos—Posza István</i> : A párolgás és az evapotranspiráció mérésének automatizálása .....	223
<i>Wirth Endre</i> : Csapadékkeltési kísérlet-sorozat Spanyolországban .....	230
Irodalom .....	234
Krónika .....	237

## CONTENTS

<b>Dr. I. Bodolai</b> .....	185
<i>Láng, S.</i> : Cryospheric and lithospheric evidences of climatic changes .....	186
<i>Sarov, Vl.</i> : Determination of the absolute geopotential of isobaric surfaces with the aid of meteorological satellites (Russian text) .....	198
<i>Jakubjak, B.</i> : Use of satellite measurements in the spectral model of geopotential analysis (Russian text) .....	201
<i>Mrs. Miskolci, Szabari, A.</i> : Evaluation of short-range forecasts .....	213
<i>Galló, V.—Posza, I.</i> : Automation of the measurement of evaporation and evapotranspiration .....	223
<i>Wirth, E.</i> : Precipitation enhancement experiments in Spain .....	230
Literature .....	234
Chronicle .....	237

# IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA  
JOURNAL OF THE METEOROLOGICAL SERVICE  
OF THE HUNGARIAN PEOPLE'S REPUBLIC

## SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG - EDITORIAL BOARD:

AMBRÓZY P. (Budapest)	NGUYEN-XIEN (Hanoi)
ANTAL E. (Budapest)	OKOLOWICZ, W. (Warszawa)
BESSEMOULIN, M. J. (Paris)	PASZINSKY, J. (Warszawa)
BÖHME, W. (Potsdam)	PÉCZELY GY. (Szeged)
BUDYKO, M. I. (Leningrad)	RADINOVIĆ, D. (Beograd)
ČADEŽ, M. (Beograd)	RÁKÓCZI F. (Budapest)
DAVITAJA, F. F. (Tbiliszi)	ŠAMAJ, F. (Bratislava)
GÖTZ G. (Budapest)	STEINHAUSER, F. (Wien)
GULYÁS O. (Budapest)	STELCZER K. (Budapest)
KONČEK, M. (Bratislava)	SZEPESI D. (Budapest)
LOGVINOV, K. (Kijev)	TAKEUCHI, K. (Tokio)
MÄDE, A. (Halle/Saale)	TUVDENDORZS, D. (Ulan-Bator)
MÉSZÁROS E. (Budapest)	VARGA-HASZONITS Z. (Budapest)
	VITEK, V. (Praha)

## ELNÖK - CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD:

BODOLAI I. (Budapest)

SZERKESZTŐ - EDITOR: LÓRINCZ ANNA (Budapest)

*Szerkesztőség - Editorial Office:*

H-1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1. HUNGARY

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 4. szám. 1979. július—augusztus  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service. Vol. 83. No. 4 July—August 1979. Budapest*

*Mély megrendüléssel közöljük, hogy szerkesztő bizottságunk elnöke*

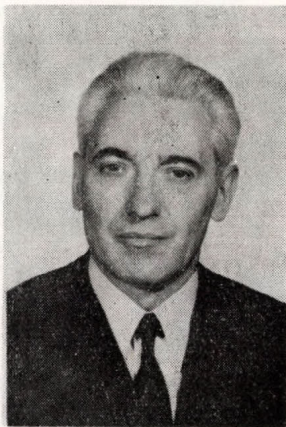
## **DR. BODOLAI ISTVÁN**

*okl. meteorológus, a fizikai tudományok kandidátusa, az Országos Meteorológiai Szolgálat tudományos tanácsadója, a szocialista országok meteorológiai kutatásait koordináló nemzetközi bizottság elnöke 1979. június 5-én, életének 56. évében Budapesten váratlanul elhunyt.*

*Nehéz volt elhinni a lesújtó hírt: egyik nappól a másikra, alkotó erejének teljében ragadta el közülünk a kiméletlen sors, szakterületén is szinte betölthetetlen űrt hagyva maga után. Megindult lélekkel tekintünk vissza arra a 27 évre, amit szerkesztő bizottságunk tagjaként, majd másfél év óta elnökeként közöttünk töltött; arra a szakmai lelkesedéstől áthatott termékeny ténykedésre, amelyet sokoldalú, szerteágazó elfoglaltsága ellenére, folyóiratunk érdekében is, különleges gondossággal végzett.*

*Tragikusan korai halálával személyében a magyar meteorológiai tudomány nemzetközileg is elismert kiemelkedő egyéniségét, tudomány-szakunk kiváló kutatóját és szervezőjét, széleslátókörű szakíróját, az újabb magyar meteorológus nemzedék kitűnő oktatóját, mi, munkatársai, a közszerepben álló, melegszívű, megértő jóbarátot veszítettük el.*

*Fájó kegyelettel őrizzük kötelességtudó, szakmai igényességének, egyenes, szerény emberségének emlékét. Ha alkotó erejének teljében el is szólította közülünk a halál, fennmaradó életműve, mélyen szántó, elegáns stílusú tanulmányai, tartalmas cikkei, figyelmet lekötő előadásai még sokáig értékes eligazítást, követésre méltó példát képviselnek kollégának, tanítványnak egyaránt.*



# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat foyóirata. 83. évf. 4. szám, 1979. július—augusztus  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 4. July—August 1979. Budapest*

## Az éghajlatváltozások krioszférikus és litoszférikus bizonyítékai

LÁNG SÁNDOR, egyet. tanár, Budapest

*Cryospheric and lithospheric evidences of climatic changes.* The problems of climatic changes discussed in this paper are similar to those considered by Gy. Bacsák in his study published in the *Időjárás* in 1940. However, while in 1940 the secular changes in the orbital parameters of the Earth were considered to be the main cause of climatic changes, to-day the results of much more sophisticated geonomical research suggest a number of other reasons. The results of the most modern absolute age dating methods are of great value in giving a more thorough analysis of these reasons. The major fields and methods of geonomy whose results are used in studies of climatic changes are: Pollen analysis, stratigraphical studies of continental strata, of the Greenland ice sheet and of tropical ocean bed, the CLIMAP-curve, etc. The main result deduced by the author from his studies is that, contrary to the old ideas, climatic changes cannot be regarded as simple wave motion (for example of the yearly mean temperature or humidity). This wave motion is composite: The large waves may be divided into shorter partial waves, these, in turn, may be further divided into still finer ones. This is valid also for the climate of our age (see Fig. 4). Another significant result is that the large waves of climatic changes in the Quaternary period were much more numerous than has been thought hitherto, e. g. on the basis of the *Milankovic—Bacsák* theory (see Fig. 1 and 2 relating to the past 1 million years and 3 million years, respectively). Therefore, the classical division of the Quaternary such as the Danubian, Günz, Mindel, Riss, Würm glaciations and their stadials as well as the terms used for the interglacials may all well be omitted in future. It turns out to be more practical to use names of some small local features, such as *Brörup*, *Alleröd* which have been used earlier, as well as the names *Denekamp*, *Hengelon*, *Mende-base*, etc. The oldest pleistocene climatic changes happened in Hungary about 3 million years ago.

✱

A Föld éghajlata az egész földtörténet során többé-kevésbé majdnem mindig változott, térben is és időben is. A kisebb-nagyobb változások nyomai a néha erősen mutatkozó eljegesedések környékén (vagyis a krioszféra kialakulása közben), továbbá a földfelszíni és a tengeri üledékképződésben, valamint az élővilág fejlődésében is nyomon követhetők. Ha az éghajlatváltozások csak kis mérvűek és nem érintik egy-egy földi tájegység nagyvonalú éghajlati jellegét, inkább csak éghajlatingadozásról beszélünk. Ezalatt pl. megmarad a kérdéses terület trópusi vagy mérsékelt övi, eredeti éghajlata, legfeljebb csak enyhébből hűvösebbre, illetve nedvesből szárazabbra vált át, vagy viszont. Lehetséges azonban pl. a trópusiból a mérsékelt övibe, vagy pedig a mérsékelt öviből a poláris klímába való átváltás is, ez már valódi klímaváltozás. E nagyarányú változások végeredményben leginkább a termikus paraméterek szerint határozhatók meg.

A nagy termikus amplitúdójú éghajlati változások geológiai korokat is felöllelhetnek, igen szélsőséges határok között mozgó éghajlati körülményekkel jellemezhetők, és leginkább csak szabálytalan, nagy hullámokban léptek fel a Föld történetében. A legrégebbi ilyen szakasz a Föld őskorában volt, több

mint 1 milliárd éve, és évmillióig eltarthatott (Ausztrália). Hasonlóan igen idős eljegesedési nyomok kerültek elő Kínából (középalgonkium végi eljegesedés), Finnországból, ahol a ladogium emeletbeli glaciális nyomok mintegy 800 millió évesek; az észak-amerikai Huron-tótól É-ra 700 millió éves tillit (glaciális agyagos hordalék) nyomokat találtak. Kerültek elő ezenkívül még ősi glaciális üledékek É-Norvégiából, a Spitzbergákról, ÉK-Grönlandból, Szibériában a Léna torkolatának közeléből, Indiából és Utahból is, valamenyenien a közép- és a felső-algonkiumból, több mint 600 millió évesek.

Az egyik ilyen legjobban tanulmányozott a skóciai–észak-írországi algonkium végi – eokambriumi összlet, amely mintegy 650–550 millió éve keletkezett, paleoklimatológiailag nagyon változatos és szélsőséges körülmények közepette. Ugyanis ennek a mintegy százmillió éves glaciális szakasznak az említett területen összesen 17 nagy előnyomulásos szakasza volt, hatalmas jégtakaró-képződéssel és az akkori egyenlítő vidékére is kiterjedő nagyon nagyarányú lehülésekkel, mert jéghegyek még az akkori trópusi tengerekben is úsztak. Az egyes meleg interglaciálisokban pedig, a glaciális tillitek közé települve, még dolomitrétegek is iktatódtak közbe; ez az algonkiumi ősklíma a közelmúlt és a jelen terciér-kvartér ősklímaival szemben még sokkal szélsőségesebb hullámzásaira hívja szintén fel a figyelmet. Úgy látszik, a késő algonkiumi elejegesedések kb. félmilliárd esztendőn keresztül, több, szabálytalan időközű hullámokban jelentkeztek. Hasonlónak mutatozik az elrendeződése a későbbi nagy éghajlatváltozásoknak is, amelyek a földtörténeti ókor kezdete óta léptek föl.

Így pl. az előbb tárgyalt, ún. eokambriumi eljegesedést illetőleg az egész földkerekségre kiterjedő aránylag hűvös szakaszt pl. a Szaharában is kimutatták, szárazföldi jégtakaró képződéssel. Fiatalabb ennél az ugyancsak a Szaharidákból kimutatott ordoviciumi eljegesedés mintegy 485–475 millió éve, ez is jégtakaró-képződéssel. Majd hosszabb szünet után az ókor végén a permi eljegesedés következett, amely a déli kontinenseknek megfelelő, ún. Gondwana-földön hatalmas méretű jégtakarókat alakított és öt nagyobb hullámban, ezelőtt 270–220 millió évvel volt. A nagy jégtakarók nyomai Indiában, Afrika középső és déli részén, Dél-Amerikában, Ausztráliában és az Antarktiszon találhatók meg. Végül az újkori lehülési szakasz a már 38 millió éve kezdődött eljegesedésekkel (az Antarktiszon) az egész Földre érvényes lehülési szakaszt jelentett; későbbi stádiumaiban az eljegesedések az északi féltekére is kiterjedtek és őségajlattani hullámzásuk a harmadidőszak felső részén át a negyedidőszakban és a geológiai jelenkorban is eltartott.

A földi lehülések, illetve éghajlatváltozások fent tárgyalt nagyszakaszaihoz hasonlóan időben ugyanilyen szabálytalan vagy kevésbé szabályos fellépésűek és eléggé szabálytalan időtartamúak a nagyszakaszok egyes részei, a kisebb, a rövidebb szakaszok is. És éppen ez a körülmény világosít fel arról is, hogy a földi klímaváltozások okaiként megjelölt égi mechanikai ritmikus változások, közelebről a földpálya-elemek szekuláris változásai (ismert nevén a *Milanković – Bacsák – Woerkom*-féle elmélet) – felfogásunk szerint – már nem lehetnek e klímaváltozások egyedüli okai, mert pl. nincs megfelelő időbeli egyezés az égi mechanikai számításokkal nyert ritmusok és az abszolút kor meghatározással, vagy egyéb, földtani időszámítással nyert ősklíma-szakaszok között. Nem egyezik az ősklíma-hullámok száma sem és időbeli egymásutánja sem.

Még közelebről, a földtörténetben az ősklíma fejlődése során pl. nemcsak akkor alakultak ki erős lehülésekkel járó nagyszakaszok, amikor azokat a

*Bacsák Gy.* által bevezetett segédváltozós számítások megengedek, illetve nemcsak akkor, amikor a naprendszer bolygóinak pályáján az összes, ún. felszálló csomópontok a „kedvezményezett” körnegyedbe, közelebbről a  $45^\circ - 135^\circ$  közé esnek. A földpályaelemekből — *Bacsák* szerint — az általa kiszámított segédváltozók, pl. a  $p$  és a  $q$  értékei alapján, a földtörténeti közelmúltban csakis a pleisztocénban volt abnormitás és ennek nyomán éghajlatváltozás, míg ezzel szemben a nagyobb arányú lehűlések a déli sarkvidéken, az ottani előtér óceánfenéki anyagvizsgálatai eredményei szerint, már a felső oligocén folyamán elkezdődtek.

## I. TÁBLÁZAT

*A természetes növénytakaró őséghajlattani értékelése*

<i>Szubtrópusi éghajlat</i>	
Palmae pollen alapján	8 pont
<i>Meleg-mérsékelt, nedves éghajlat</i>	
Podocarpus, Nussa, Zelkova, Engelhardtia pollenek alapján	6 pont
<i>Meleg, száraz éghajlat</i>	
Ginkgo, Tsuga, Cedrus, Rhus, Ilex, Carpinus, Ostrya, Pterocarya, Carya pollenek	5 pont
<i>Mérsékelt meleg, nedves éghajlat</i>	
Tilia, Ulmus, Alnus, Fagus, Juglans pollenek	4 pont
<i>Mérsékelt meleg, száraz éghajlat</i>	
Pinus haploxyton, Abies, Taxodium, Juniperus, Acer, Castanea, Quercus, Corylus, Erica pollen	3 pont
<i>Hűvös, ill. hideg-nedves éghajlat</i>	
Pinus silvestris, Betula, Larix, Salix	2 pont
<i>Hideg-száraz éghajlat</i>	
Picea excelsa	1 pont
Pinus cembra	0 pont

Az értékelés csak az AP tartományra (fás növények) terjedt ki ennek szűkebb tűrőképessége miatt, míg az NAP tartományra nem, mert ezen a területen, különösen a virágtalanok spóráit illetően, sokkal nagyobb a tűrőképesség, ami több éghajlaltípusra való kiterjeszkedést is jelenthet.

Eszerint a *Milanković*-, a *Bacsák*- és a *Woerkom*-féle, egymástól függetlenül kidolgozott és tovább épített éghajlatváltozási elmélet, amely ezt a nagyszerű földi folyamatot egyedül csak a földpálya elemek szekuláris geometriai változásaiból vezeti le, eredeti formájában nem lehet érvényes. A klímaváltozások problémája ugyanis erősen kibővül, amint láttuk, időben is, de térben is, amennyiben az egyenlítői és a trópusi övezeteket is az örök hó határának mintegy 800 m-es süllyedése révén elég alapos éghajlatváltozások érthették. Úgy látszik, hogy a földrajzi szférák együttese, a földrajzi burok, mint nyílt fizikai rendszer, a földtörténeti idők során nem részesült végig sem azonos mennyiségű, sem azonos minőségű energiában.

A földi éghajlati változások bekövetkezéséért tehát nemcsak a földpálya-elemek szekuláris változásai lehettek felelősek, hanem másféle hatóerők is szerepelhettek a kiváltó okok között. P. o. a negyedidőszaki nagymérvű föl-

melegedések vagy az erős lehűléses szakaszok az említett szerzőknél többnyire elég szabályos hullámokkal kerültek ábrázolásra. Ezzel szemben az éghajlati változások ún. hullámai ennél sokkal bonyolultabbnak látszanak. Ezenkívül, pl. *Bacsák* vagy *Woerkom* kvartér klímanaptára 1 millió évig vissza csak közel 100 klímahullámot tartalmaz, és csak a mérsékelt és a magasabb szélességekre vonatkoztatva. Ma viszont ezeknél már több mint 50%-kal több, élesen jelentkező klímaváltozást lehet kimutatni egy-egy teljesebb üledéksorban (1–2. ábra). Még részletesebben mutatják az óségehatás sűrű ingadozásait a jégtakarók erős kisugárzó, visszacsatoló hatása miatt a beléjük

## II. TÁBLÁZAT

*Óségehatás típusai termikus, illetve higrikus értelmezésben*

(3 millió évig vissza, *Rónai A.* adatai alapján)

1. Rövid hideg, száraz szakasz (<500 év), hosszabb meleg szakaszban;
2. Rövid hűvös, nedves szakasz;
3. Rövid meleg, nedves szakasz hosszabb hűvös szakaszban;
4. Rövid meleg, száraz szakasz ( $\leq 10^3$  év);
5. Hosszabb meleg, nedves szakasz ( $> 10^4$  év) ingások nélkül;
6. Hosszabb meleg, száraz szakasz;
7. Hosszabb hűvös, száraz szakasz ( $> 10^4$  év) nagy ingások nélkül;
8. Hosszabb hűvös vagy mérsékelt, nedves szakasz;
9. Hosszú meleg, száraz szakaszok ( $> 10^4$  év) váltakozása hosszú meleg, nedves szakaszokkal;
10. Rövid nedves, meleg szakasz hosszú száraz, meleg szakaszokban;
11. Igen hosszú ( $> 10^5$  év) meleg, száraz, sivatagi, sedimentációs szakasz.

Az 1. típus jelentkezése pl. a jászladányi fúrás rétegsorában (csak a tiszta típusokkal) kb. 350 ezer évig vissza az alábbiakban sorolható fel:

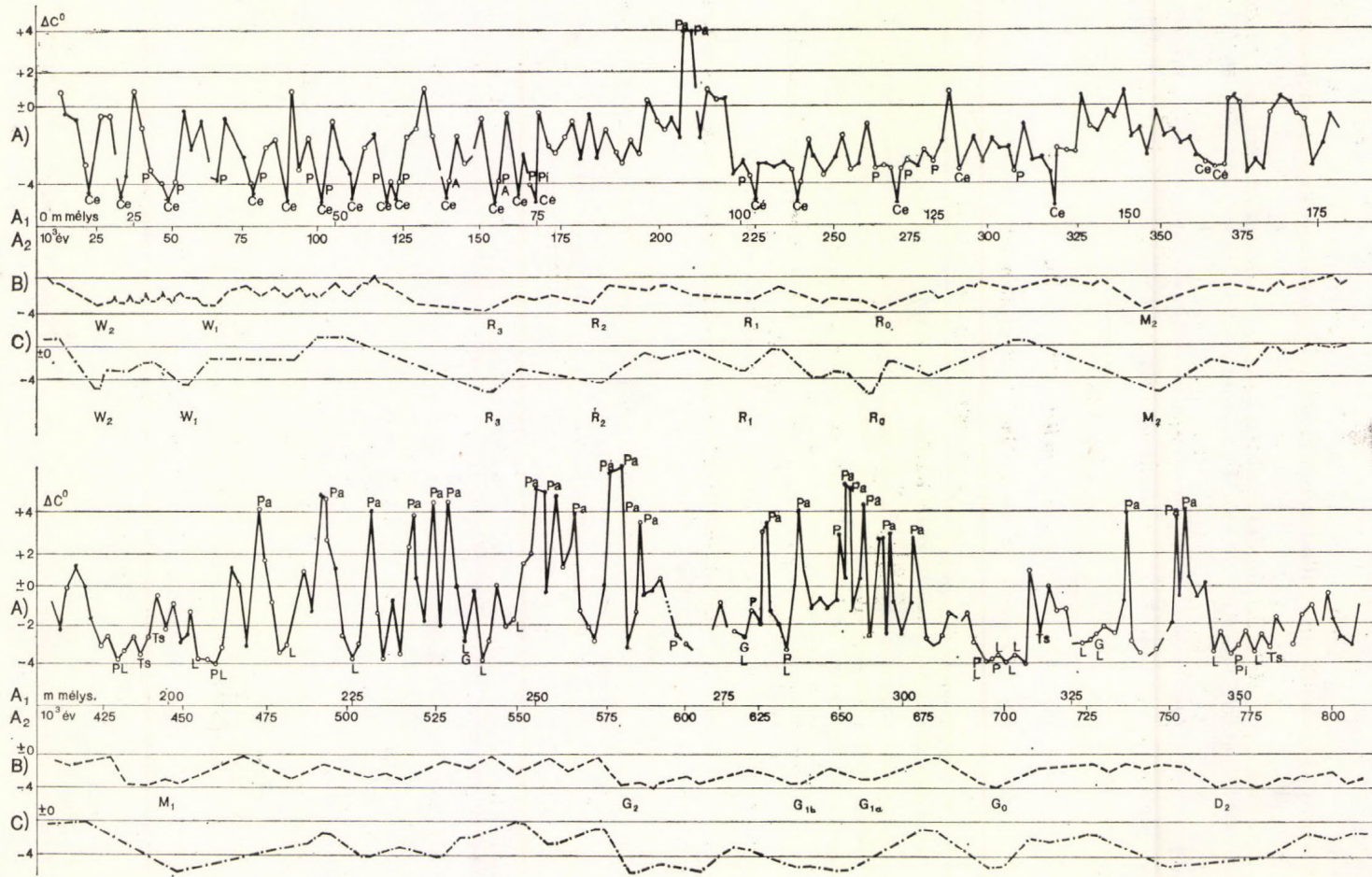
Mélység, m	Kor, vissza, $10^3$ év	időtartam, év (kb.)
10,95 – 12,05	21 – 23	2000
20,30 – 20,87	41 – 42	1000
21,30 – 23,50	50 – 52	2000
31,36 – 31,50	66 – 67	300
41,44 – 41,90	89 – 90	1000
45,26 – 46,90	100 – 102	1500
57,20 – 57,30	115	200
65,00 – 65,30	144 – 145	600
69,10 – 70,10	156 – 158	2000
72,20 – 72,95	161 – 163	1500
74,05 – 75,00	165 – 167	2000
84,00 – 85,90	187 – 190	3000
87,50 – 88,00	193 – 194	1000
99,10 – 99,40	225 – 226	600
154,04 – 154,85	345 – 347	1600

A többi, 2–10. típus általában sokkal kisebb valószínűséggel mutatkozik és gyakran, nem is tisztán, hanem elmosódva. További elemzésük még sok újdonságot jelenthet

mélyített fúrások. A grönlandi jégfúrás szelvényén (3. ábra) pl. az utolsó 125 ezer évben 13 igen erős lehűlés és ugyanannyi hirtelen, erős fölmelegedés nyomai mutatkoztak, egy-egynek 500–1500 év volt az időtartama.

Visszatérve a *Bacsák*- és a *Woerkom*-féle ősklíma-naptár és a saját készítésű, mégpedig a jászladányi perspektivikus kutatófúrásból nyert kvartér idősor (l. 1. ábra) közötti eltérésekre, az alábbiak az eredmények:

A jászladányi fúrászelvényből szerkeszthető időskála és az említett neves



szerzők ősklíma-naptárai között azért nehéz az összefüggést megtalálni, mert a jászladányi fúrászelvény alapján több, mint 50%-nyival több, nagyobb éghajlatváltozás volt kimutatható, mint *Bacsák* és *Woerkom* ősklíma-naptárában. Ezért az említett 50%-os többletnek nem lehet megfelelője *Bacsák* és *Woerkom* ősklíma-rendszerében. A maradék alapján az egybeesés alig 33%-os, úgy, hogy igazi korrelációról nem is lehet beszélni. Ugyanis csak 21 esetben egyeztek pl. Jászladány szelvényében, illetőleg *Bacsáknál* és *Woerkomnál* a klímanaptárak meleg, ill. hideg szakaszú szelvényrészei.

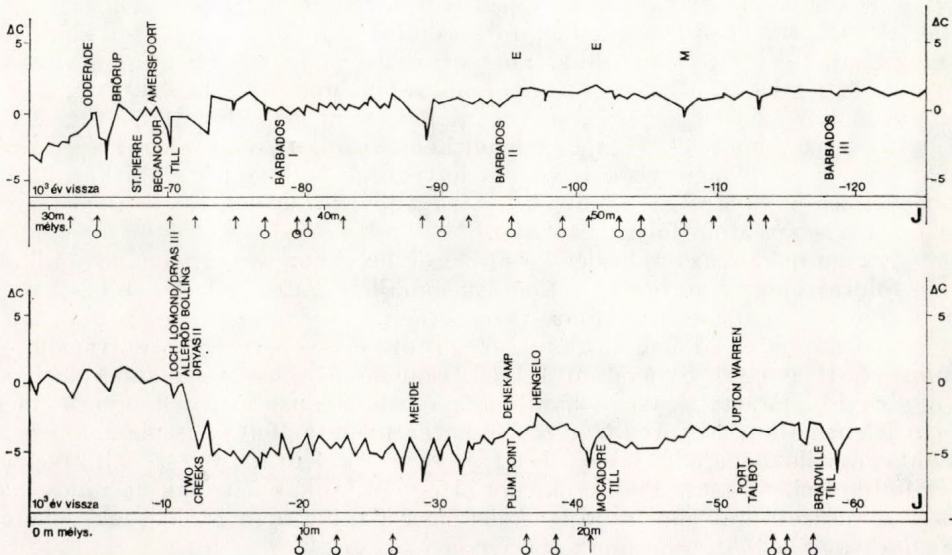
*Bacsák* és *Woerkom* ősklíma-naptárai között sem minden tekintetben kifogástalan az összefüggés, annak ellenére, hogy egyformán 1 millió évre számol vissza mind a kettő. A hideg szakaszokban ugyanis 18 esetben van évezredes pontosságú azonosság a kétféle naptárban, viszont 35 esetben nem találkoznak, vagy nem eléggé találkoznak az idősorok. A melegebb őségajlati szakaszokban pedig 21 esetben van azonosság és 34 esetben nincs egybeesés a két klímanaptár hullámai között. Összesen tehát 1 millió évig visszafelé 36%-os a két idősor részleteinek egybeesése; 64%-ban nincs egybeesés, mintegy 108 klíma-hullám együttese alapján. Sőt, 600 ezer és 1 millió év között visszafelé csak 25%-os egybeesés határozható meg.

A továbbiakban vizsgáljuk még meg az ősföldrajzi fejlődés nagyméretű, sokmillió éves időtartamú lehűléses szakaszait a bennük fellépő eljegesedések száma szempontjából. Ismeretes, hogy korábban a glaciológiában a monoglacialis kutatói irányzat uralkodott, de a mind újabb és újabb bizonyítékok birtokában később egyre több teret nyertek a poliglacialiszták (bár még amazokból is akadnak többen). Mai felfogás szerint, általában, csak a Föld nagy lehűléses szakaszai tekinthetők többé-kevésbé egységeseknek, amikor azonban a mind erősebb termikus ingadozásokkal az egész földfelszín középhőmérséklete 20 °C alá süllyedt (ma ez az érték 15 °C) és ha egyidejűleg a mindenkor földrajzi pólusok terjedelmesebb szárazföldek területére kerültek, megfelelő méretű függőleges tagozottság közepette megindulhatott felszínükön az eljegesedés is. Ezek az eljegesedések pedig, a klímaingadozások mélységének megfelelően, a hideg szakaszokban nagyobb teret, a melegebbekben kisebb teret foglaltak el, tehát térben és időben nagyon változékonyak voltak s ezt a körülményt még tovább színezte a csapadékviszonyok alakulása, mert ez is erősen befolyásolta a szárazföldi jég mennyiségét. Előbb az Antarktiszon, majd Grönlandon is, a harmadidőszak második felében ilyen előfeltételek alakultak ki és nagy területeken állandósultak is, úgyhogy a déli sarkvidék

1. ábra: A klímaváltozások görbéi az utolsó 800 ezer évre visszamenőleg. Jelölések: A) görbe — A jászladányi perspektivikus mélyfúrás alapján szerkesztett görbe, amelyhez *Rónai A.* [7] pollenanalitikai, közettani, talajtani és egyéb vizsgálatainak eredményeit használtuk fel. A szárazsági, ill. nedvességi fokozatok fás növények pollenanalitikai adatai alapján kerültek meghatározásra. A száraz szakaszt a görbe megtörésein kis kör, a nedves vagy semleges szakaszt pont jelzi. A középhőmérsékleti eltérések +4 °C-ig az ordináta tengelyen olvashatók le, ugyancsak a pollenanalitikai számítások alapján, az I. és II. táblázatban közölt osztályozás figyelembevételével. A görbén a pollent szolgáltató főbb növények neveit *kezdőbetűik* jelzik, részletezésüket az I. táblázat tartalmazza. A<sub>1</sub> görbe — A jászladányi fúrás mélységi skálája. A<sub>2</sub> görbe — A jászladányi fúrás rétegeinek abszolút korbeosztása (radioaktív években; ez a kor egyezik *Cooke* radioaktív kor-adataival, amelyeket alföldi fúrásmintákból határozott meg [1, 6]. B) görbe — A KLIMAP termikus görbe az északi féltekére, a mai középhőmérséklettől való eltérésekkel, csak 800 ezer évre vissza [10]. C) görbe — *Shackleton N.* szerkesztette trópusi középhőmérsékleti görbe a Csendes-óceánról, csak 800 ezer évre vissza; ez is mintegy 4–5 fokos lehűlést jelez a nagy eljegesedések idején [3]. A D, G, M, R, W betűk — a negyedidőszaki nagy eljegesedések (dunai, gүнz, mindel, riss, wүrm) valószínű helyei.



völgyekkel – a miocénben gyorsult meg; a földfelszíni átlagos lehülés – világ-átlagban – mintegy 10–12 °C-ot tett ki (20–22 °C-ról legföljebb 9–10 fokra süllyedt le). Ezt a nagy lehülést pl. jól tükrözi az óceánfenéki vízhőmérséklet, mert az újharmadidőszak elején ott több ezer m mélységben még általában 10 °C fölött volt annak értéke, ma viszont csak 1–2 °C, sok helyen pedig csupán 0°.



3. ábra: W. Dansgaard grönlandi jégfúrás-szelvényének összehasonlítása a jászladányi perspektivikus fúrás szelvényének adataival. J – a jászladányi fúrás adatsora, amelyen az egyszerű nyílak hidegtűró fenyőfélék szintjei, a körrel ellátott nyílak pedig vegyes: fenyő + lombos fák pollen-szintjei. A  $\Delta$  °C értékek északi féltekei számított átlagok

A nagy vízmélységekben a 10 °C fölötti magas vízhőmérsékletek csak olyan beltengerekben maradtak fenn, amelyek még legalább a neogén idősebb részében süllyedtek be vagy pedig rekesztődtek el az óceántól a nagyon erős neotektonikus hegységképződéssel, mint pl. Indonézia szigetvilágában a 6800 m mély Szulu-tenger, vagy a 6000 m mély Celebes-tenger, s i. t.

A mai hegységi eljegesedések területén és általában az alacsonyabb szélességeken a neogén idősebb részében nem volt erős lehülés-, eljegesedéssorozat. Később azonban, az ún. glaciális szakaszokban igen. Mégpedig kisebb-nagyobb mértékben, míg a nagyon meleg interglaciálisokban az ilyen területeken teljesen elolvadhatott a jég. A fiatal lánchegységek és a láncos röghegységek neotektonikus kéregmozgásaikkal a neogén derekától máig tartó kiemelkedésekkel érték el a hóhatárt.

Hogy tehát hányszor borította jégtakaró vagy jégár a szárazföld egyes részeit, az a mindenkori, nagyon sokoldalú földrajzi adottságok függvénye is, egyenrangúan az ősklíma alakulásával.

Végül, amikor a földtörténeti múlt nagyméretű éghajlatváltozásait a jelen éghajlat ingadozásaihoz hasonlítjuk, tulajdonképpen *Lyell* aktualizmus-tanával kerülünk kapcsolatba. Kicsi erők hosszú időn át hatnak, mondja *Lyell*.

Valójában, a földfelszínt átalakító erők kicsinyek, pl. ilyen a  $2 \text{ gcal/cm}^2$ . min szoláris állandó, ill. besugárzási energia is.

A kicsiny energiát és a nyomában megnyilvánuló erőhatásokat azonban egyes arra alkalmas természeti folyamatok képesek szűkebb területekre koncentrálni, amikor sokkal jobban hatnak, mint az átlagos körülmények között. Ilyen erős koncentrációnak tekinthető — nagymérvű negatív hatással — az éghajlatváltozások alkalmával döntően szereplő nagy hó- és jégtakaró is, tekintettel a visszacsatoló hatására. A jégtakarók felszínén ugyanis a levegő hőmérséklete csak  $0^\circ$ -ig melegedhet föl, szemben a földfelszíni kőzetekkel, ill. talajokkal. Csak ezzel az okkal magyarázható pl. a würmi klímagörbén a grönlandi jégtakaró 13 nagyon erős lehűlés-hulláma.

További igen erős energiakonzentrációk, mint sztochasztikus — vagyis véletlenszerű jelenségek — a hirtelenül keletkező igen nagy mennyiségű csapadékok: a nagy mennyiségű esők és havazások is. Ilyenek alakíthatnak ki terjedelmes jégtakarókat, amelyek gyorsan növekedhetnek és eközben biztosítják a visszacsatoló folyamatokat is.

Ezen a módon az eredetileg kicsiny erők helyi koncentrációi az arra alkalmas földrajzi környezetben okvetlenül az éghajlati változások erősebb — gyengébb mérvű eseménysorozatához vezethetnek.

Am a tér- és időbeli korlátokhoz kötött erős energia-konzentrációk — mint pl. 10 800 éve Skóciában a Loch Lomond eljegesedéssel kapcsolatban, vagy rövid lejárattal egy-egy hatalmas méretű ciklonsorozat fellépése — még nem jelenthetik a 200 éves *Cuvier*-féle katasztrófa-tan feltámasztását, amely a Föld egész élővilágának kipusztulását, vagy a bioszféra nagy részének kivészését föltételezi. Az egész földkerekséget átfogó óriási katasztrófák ui. nincsenek és a természeti erők mai rendje és eloszlása alapján nem is lehetnek, lehetőségüket már a földrajzi zónák törvényei is *kizárják*.

Az éghajlatváltozások kutatásában elért újabb eredmények az alábbiak.

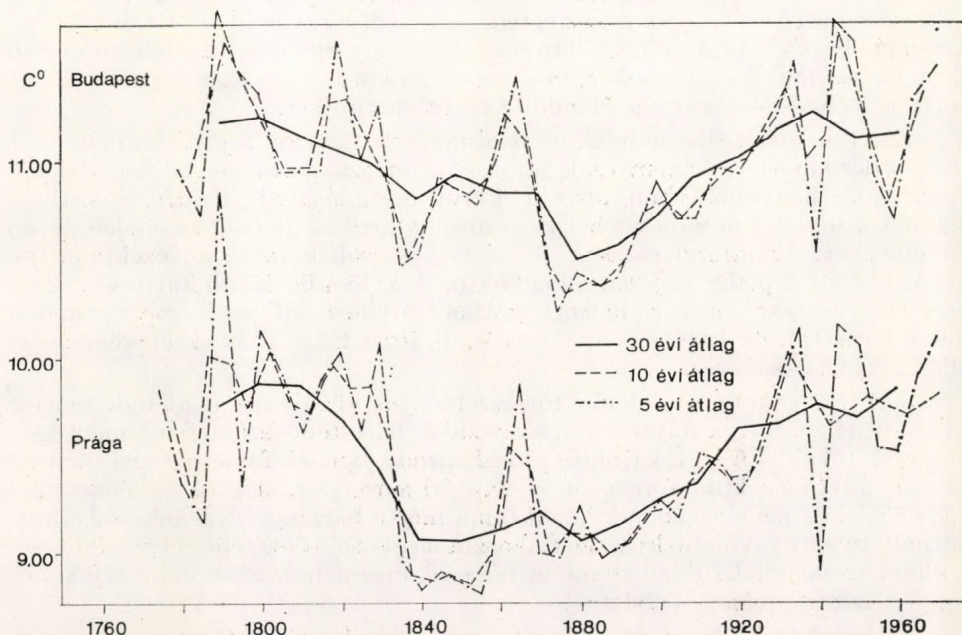
1. Az éghajlatváltozások időtartama több millió—több tízmillió éves nagyszakaszokban, továbbá százezer — millió és tízezer — százezer éves közepes szakaszokban, többszáz éves — több ezer éves kis szakaszokban és több tíz — éves — párszáz éves még rövidebb periódusokban, valamint a néhány éves — évtizedes ingadozásokban jelentkezik, az évszázados meteorológiai méréseredmények, valamint földtani, kriológiai, óceánfenéki fúrások dokumentumai szerint.

2. A földtörténeti klímaváltozásokban — sem a nagy és a közepes hosszúságú szakaszokban, sem pedig a kicsiny és a legkisebb hullámú részletekben — nem mutatkozik az az elég nagyfokú, még elég rendszeresnek minősíthető szabályosság, mint aminőt a régebbi, *Milankovič*, *Bacsák* és *Woerkom* kidolgozta elméletek kimutattak. Általában, nincs két egyforma hullám, sem a hosszabb, sem pedig a rövidebb lefutású éghajlatváltozások esetében sem, különösen, ha az egykori élővilág képviselőinek együttesét és az egész ősföldrajzi környezetet is figyelembe vesszük.

3. Az éghajlat változásai tehát, szemben a *Milankovič*, *Bacsák* és *Woerkom* kidolgozta elmélettel, — amely a földpálya elemek geometriai változásain alapszik — nem egyszerű meleg vagy hűvös éghajlati hullámok egymásutánjában nyilvánulnak meg, hanem ún. összetett hullámokban. Eszerint a legnagyobb méretű alaphullámokra kisebb hosszúságú, kisebb-nagyobb amplitúdójú másodrendűek, az utóbbiakra pedig még kisebb méretű harmadrendűek stb. szuperponálódnak, hasonlóan ahhoz, amit az utolsó két évszázad homogén hőmérsékleti sorozatai alapján nyert hullámok mutatnak. (4. ábra)

Ilyen szerkezetűek a millió éves, több tízmillió éves, nagyon hosszú éghajlati változások is.

4. A *Bacsák* és *Woerkom* által szerkesztett negyedidőszaki klímanaptárak éghajlati szakaszaival a jászladányi perspektivikus mélyfúrás szelvényéből levezethető őségajlattani szakaszok csak 35%-ban egyeznek, emellett a kvartér klímaszakaszok száma – a jászladányi szelvény általunk történt újraértékelése alapján – kb. 50%-nyival több, a kimutatható több ezer éves, néha



4. ábra: A Prága és Budapest 200 évi homogén hőmérsékleti soráiból szerkesztett éghajlati ingadozási diagram, amelyen a köztes hullám völgyek között 2-2 nagyobb és 1-1 kisebb hullámhegy (fölmelkedés) mutatkozik a 30–30 évi középhőmérsékleti átlagokból szerkesztett átkaroló középértékek alapján

már tízezer éves hosszúságú szakaszok alapján. Vagyis a kvartér kis- és közép-hullámú klímaváltozásainak sorrendje szerintünk sokkal bonyolultabb, mint az említett régi elméletek szerint. Erre utal *N. Shackleton* mélytengeri fúrásból nyert ősklimagörbéjének menete, továbbá a KLIMAP-görbe lefutása is, amelyek adatai szerint pl. kb. 1 millió évre vissza legalább kétszerannyi nagyobb eljegesedés volt, mint a klasszikus glaciológiában a gүнz, a mindel, a riss és a wűrm alpi eljegesedések nagyszakaszokon belül kimutatott 8–9 nagyméretű jégelnyomulások hullám (1–2. ábra).

5. A jégtakarók felszínének a beérkező hősugárzást rendkívül erősen visszaverő hatása (az ún. visszacsatolás) miatt a jégtakarók klímaváltozásai – pl. *W. Dansgaard* grönlandi jégfúrás szelvénye alapján – valószínűleg sokkal nagyobb amplitúdójúak és bonyolultabbak, mint a nem eljegesedett területeken (ha pl. a grönlandi és a *Rónai A.* által kutatott jászladányi fúrás anyagát hasonlítjuk össze).

6. A magasabb szélességek összetett hullámzású éghajlati változásai ugyanúgy kimutathatók a trópusi tengereken is, csak az amplitúdók, vagyis

a vízfelszín hőmérsékleti ingásai kisebbek (p. o. a grönlandi, a jászladányi és az *N. Shackleton*tól vizsgált trópusi tengeri fúrásszelvény alapján).

7. A kvartér időbeosztás még csak a négy (ill. 8–9) nagy eljegesedéssel számolt, amelyet *A. Penck*, ill. *Eberl* állított fel. Azonban — az említett fúrásszelvények szerint — a 8–9-nél sokkal több erős lehüléshullám alakult ki, és ilyenkor az arra alkalmas földrajzi környezetben (főleg az Antarktiszon, Grönlandon és a magas hegységekben) — ha nem is mindenütt egyszerre —, még eljegesedéshez is vezethetett. Közepes szélességeken még egészen rövid, 1–2 ezer évig tartó, időben elszigetelt eljegesedéseket is kimutattak már, pl. a Sziklás-hegység táján 89, ill. 115 ezer éve, vagy ellenkezőleg, hasonló rövid életű erősen meleg szakaszokat, mint pl. nálunk a fiatal löszös összletek közepe a Mende-felső vagy a Mende-bázis talajszinteket.

Ezért a würm, riss, mindel, günz, dunai stb. neveket a jövőben nem mint eljegesedés-neveket, hanem csak mint kvartér szakaszok neveit hagyhatjuk meg, csakis hagyományból, abszolút koruk megadásával. Rendre, vissza 0,1, 0,3, 0,5, 1,0 és 1,5 millió év lehetne az alsó határuk, s alattuk az eopleisztocén következhet. Az interglaciálisok és interstadiálisok korábbi nevezéktana (pl. riss-würm stb.) pedig teljesen elhagyható. A különálló kis időtartamra utaló fázis-elnevezések, mint a paleogeográfiai tájjelleg kifejezői, megtartandók (pl. a dryas-III, ill. Loch Lomond hűvös, ill. jeges fázis, vagy ezzel szemben az alleröd enyhe szakasz).

8. A litológiai és a kriológiai fúrásszelvények közül csak az állandó tengerfenék üledékei, meg a folytonosan süllyedő és feltöltődő szárazföldi medencék összletei, továbbá a jégtakarók folyton képződő jegének finom rétegei tanúsíthatnak folytonos klímatorozatot és naptári sorrendet, míg az egyéb szárazföldi üledékek nem. Utóbbiak közül talán még a barlangi üledékek szolgáltathatnak egy-egy rövidebb kvartér szakaszra megközelítőleg teljes negyedidőszak ősklíma kronológiát s ilyen szempontból ezek megbízhatóbbak, mint a jobbára nagyon hézagos löszös összletek.

9. Összetett hullámszerkezetű volt az óséhajlat a Föld régi földtörténeti szakaszaiban is, mint pl. a permi, az ordoviciumi és az eokambrium-algonkiumi legősibb eljegesedések idején is. E nagyon régi eljegesedések időbeli egymásutánjának szabálytalansága, összes időtartamuk nagy ingadozásai, valamint az említett egyes eljegesedések szakaszainak egyenetlen tagolódása interglaciálisokra, nem szól a földpályaelemek szekuláris változásaira alapított óséhajlat származtatás mellett.

10. A többé-kevésbé szabálytalan szakaszokban, hullámokban fellépő éghajlatváltozások okai, megerősítvén pl. *Vadász E.* magyarázatát (lásd: „*Földtörténet, földfejlődés, 1957*”), még fokozottabban keresendők többféle irányban, mint pl. kozmikus, szoláris, naprendszerbeli, földfelszíni és földi értelemben egyaránt.

11. Az éghajlatváltozások összetett hullámainak egy-egy kisebb időtartamú, pár száz éves részhulláma, mind a hullámhegyek, mind pedig a hullámvölgyek tekintetében gyakorlatilag bármikor elkezdődhet. Visszamenőleg a negyedidőszakban pl. a legutolsó negyedmillió esztendő alatt a néhány ezer évig tartó, gyorsan fellépő és hamar meg is szűnő hűvös éghajlatú hullám mintegy 13–14-szer lépett fel.

12. A földtörténeti múlt éghajlatváltozásainak további földerítése még fokozottabb mértékben alkalmazandó interdiszciplináris módszerekkel képzelhető el, az összes földtudomány és még egyéb tudományok ide vonatkozó eredményeinek felhasználásával.

- [1] *Milanković, M.* 1920. Mathematische Klimalehre.
- [2] *Lumley, H.* 1976. Cultural Evolution in France in its Paleoeological Setting During the Middle Pleistocene. — In: After the Australopithecines. p. 745–808. Mouton. Hague – Paris.
- [3] *Shackleton, N. J.* 1976. The Stratigraphic Record of Deep-Sea Cores and its Implications for the Assessments of Glacials, Interglacials, etc. — In: After the Australopithecines. p. 1–24.
- [4] *Lorius, C. – Raynaud, D.* 1977. Changes in Climate and Thickness of Ice-Sheet during the – Würm – Holocene Period. — X. INQUA Congr. Abstracts and Papers. Birmingham, U. K.
- [5] *Woillard-Roucoux, G.* 1977. Grand Pile: a continuous Climatic Record for the last 140 000 Years. X. INQUA Congr. Abstr. a. Papers. Birmingham. U. K.
- [6] *Cooke, H. B. S.* 1977. 1200 m Core Great Hungarian Plains. — X. INQUA Congr. Abstr. a. Papers. Birmingham, U. K.
- [7] *Rónai, A.* 1972. Quartärsedimentation und Klimageschichte im Becken der ungarischen Tiefebene (Alföld). — Ann. Inst. Geol. Publ. Hungarici. LVI. 1. p. 337–356.
- [8] *Láng, S.* 1977. The influence of Quaternary climatic Changes upon Karst Korrosion Processes. — X. INQUA Congr. Abstr. a. Papers. Birmingham, U. K.
- [9] *Láng, S.* 1977. Setting of karstic Denudation in the Global Denudation on the Earth's Surface. 7-- Internat. Speleological Congr. Abstr. a. Papers. Sheffield. U. K.
- [10] *Matthews, W. S.* 1976. What happening to our Climate? — National Geogr. 150. 5. p. 576–615.
- [11] *Dodonov, A. – Ranov, V.* 1977. Sztupeni v kamennyi vek. p. 20–23. Znanie Szila, Moszkva.
- [12] *Richmond, G. M.* 1977. Extensive Glaciers in Yellowstone National Park –114 000 and –88 000 Years ago. X. INQUA Congr. Abstr. a. Papers. p. 382. Birmingham. U. K.
- [13] *Bacsák Gy.* 1955. A pliocén és a pleisztocén az égi mechanika megvilágításában. Földtani Közl. LXXXV. p. 70–105.
- [14] *Bacsák Gy.* 1940. Az interglaciális korszakok értelmezése. Időjárás XLIV. p. 8–16., 62–69., 105–108.

## HELYREIGAZÍTÁS:

„Az IDŐJÁRÁS 1978. évi 5. számában a 305. oldalon tévedés folytán a COS-PAR XXI. üléséről szóló beszámolóban névcsere történt. A légkör műholdas szondázásának eredményeit taglaló szimpóziumon nem Miskolci Ferenc, hanem *Molnár Gyula* tartott előadást. A beszámoló szerzője mind az olvasóktól, mind Molnár Gyulától elnézést kér tévedéséért”

# IDÓJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 4. szám. 1979. július—augusztus  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 4. July—August 1979. Budapest*

## Определение абсолютного геопотенциала изобарических поверхностей посредством метеорологических спутников

ВЛ. ШАРОВ, *Институт гидрологии и метеорологии НРБ, София*

*Izobárfelületek abszolút geopotenciáljának meghatározása meteorológiai műholdak segítségével. A szerző módszert javasol az izobárfelületek abszolút geopotenciáljának a vertikális hőmérsékleti szondázás adatainak segítségével történő meghatározására, felhasználva az „izopiknikus szint” létezését a légkörben.*

✱

*Determination of the absolute geopotential of isobaric surfaces with the aid of meteorological satellites. The author proposes a method for the determination of the absolute geopotential of isobaric surfaces on the basis of vertical temperature sounding data, taking into account the existence of an “isopnic level” in the atmosphere.*

✱

### Введение

Измерения уходящего излучения Земли с помощью метеорологических спутников дают возможность определения только вертикального распределения температуры. Таким образом, на основе барометрической формулы

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = -R \int_{P_1}^{P_2} T \frac{dP}{P} \quad (1)$$

где  $\Phi$  — геопотенциал,  $P$  — давление,  $T$  — температура, а  $R$  — универсальная газовая постоянная, можно определить только относительный геопотенциал между двумя изобарическими уровнями. Для определения абсолютного геопотенциала изобарических поверхностей, по барометрической формуле (1), необходимо и достаточно, чтобы для какой-либо изобарической поверхности был известен абсолютный геопотенциал. Такая изобарическая поверхность, для которой заранее известна геопотенциальная высота не существует в атмосфере. Существуют, однако, квазиустойчивые изоповерхности с известным абсолютным геопотенциалом для других характеристик атмосферы, связанных с давлением. Имеется ввиду так называемый «изопикнический закон».

### Изопикнический закон в атмосфере

Согласно этому эмпирическому закону, в атмосфере на высоте  $H$  около 8000 м, плотность воздуха  $\rho_H$ , независимо от географических

координатов, остается постоянной во времени и приблизительно равна  $525 \text{ г/м}^3$ . Следовательно, изопикнический закон количественно можно записать таким образом:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \varrho}{\partial t} = \nabla_s \varrho = 0 \\ \varrho = 525 \text{ г/м}^3 \end{aligned} \right\} \text{ для высоты } H \quad (2)$$

где  $t$  — время, а  $\nabla_s$  — плоский оператор Хамилтона. Разумеется, в некоторой степени, закон имеет статистический характер в том смысле, что изопикнический уровень колебается в границах между 7500 и 8500 м. однако, эти стандартные отклонения имеют прежде всего сезонный характер. Наличие изопикнического уровня в атмосфере, т. е. уровня с постоянной плотностью, впервые установлено в 1910 г. А. Вагнером [4] на основе средних данных. Последующие исследования [2] полностью подтвердили выводы Вагнера, причем дали возможность и некоторым уточнениям. Этому вопросу С. Сен [3] посвятил специальную работу, получив результаты, показывающие, что приблизительно до 8 км над земной поверхностью, плотность зависит главным образом от температуры, а над этой высотой — от давления. Таким образом, изопикнический уровень разделяет атмосферу на два слоя, названных соответственно — нижний «термосфера», и верхний — «баросфера». По этому поводу, Г. И. Морской [1] отмечает, что независимо от того, что изложенная терминология не получила распространения, «физическая сущность разделения атмосферы на термосферу и баросферу безусловно заслуживает внимания». С. Сен [3] сообщает еще, что термин «изопикнь» введен В. Бьеркнесом в 1921 г. Известны и другие исследования, обстоятельное обсуждение и весьма полная библиография даны в [1], при которых также устанавливается наличие изопикнического уровня в атмосфере.

Имея ввиду (2) уравнение состояния

$$P = \varrho \cdot R \cdot T.$$

для изопикнического уровня будет иметь вид

$$P_H = C \cdot T_H \quad (3)$$

где  $C = \varrho_H \cdot R \approx 1,507 \text{ мб/град}$ . Таким образом, если известно вертикальное распределение температуры можно непосредственно определить давление, соответствующее изопикническому уровню.

#### Сущность метода.

Используя среднюю виртуальную температуру  $T_{mb}$  [выражение (1) можно представить еще так

$$\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} d\Phi = -R \cdot T_{mb} \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P},$$

интегрировать от изопикнического уровня до какого-либо произвольного уровня  $p$ , так как  $\Phi_H = g \cdot H$  известно, а  $p_H$  получается на основе (3). Тогда

$$\Phi_p = \Phi_H - R \cdot T_{mb} \cdot \ln \frac{P}{P_H} \quad (4)$$

Когда вертикальное распределение температуры задано как функция геометрической высоты,  $P_H$  определяется прямо из (3). В практике, однако,  $T(p)$  представляется как функция давления. В таком случае, для  $P_H$  принимается то значение, которое со соответствующим значением температуры удовлетворяет (3), т. е. необходимо на основе эмпирических значений решить (3). Просто и наглядно можно это сделать графически, нанесявая распределение отношения

$$P/T(p) = f(p) \quad (5)$$

как функцию давления так, как показано на рис. 1. Если параллельно

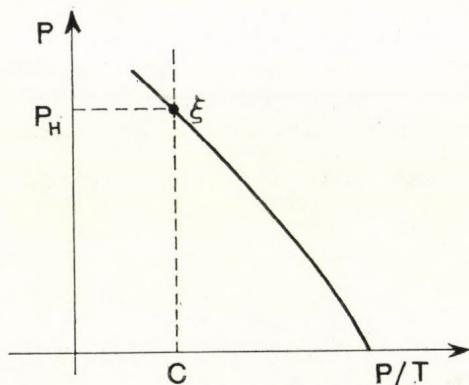


Рис. 1. Графическое определение давления изопикнического уровня в случае, когда температура задана как функция давления.

вертикальной оси нанести прямую, соответствующую значению  $C = P_H/T_H$ , очевидно она пересечет кривую (5) в точке  $\xi$  с координатами  $P_H$  и  $C$ , т. е.  $P_H$  будет вертикальной координатой  $\xi$ .

#### Эмпирическая проверка.

На основе массового материала от зондирования на станции Софии, для высоты изопикнического уровня было обнаружено  $H=8140$  м. Также была сделана проверка отдельных случаев, причем определенные графически по (5)  $P_H$  были сравнены с действительно измеренными зондированием  $P_z$ . Было установлено, что в 55% случаев, разница между ними менее 1 мб, в 76% случаев — менее 2 мб, в 85% — менее 3 мб, а в остальных 15% — не превышает 5 мб. Эти результаты оценки весьма благоприятны. Все же, возможность использования «изопикнического закона» в предлагаемом случае, следует проверить более точно.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Морской, Г. И., К постановке задачи о теоретическом анализе синоптических процессов, Труды ЦИП, вып. 46(73) 1956.
- [2] Doparto, M. and Morgan, W., The signifiacnce of the isopycnic level, Quart. Journ. of the Roy. Met. Soc., 1947.
- [3] Sen S., On the distribution of the air density over the globe, Quart. Journ. of the Roy. Met. Soc., No 209, 1824
- [4] Wagner, A., Die Temperaturverhältnisse in der freier Atmosphäre, Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, Berlin, 1970

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 4. szám, 1979. július—augusztus  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 4. July—August 1979. Budapest*

## Использование спутниковых измерений в спектральной модели анализа геопотенциала

Б. ЯКУБЯК, Институт метеорологии и водного хозяйства ПНР, Варшава

*Műholdas mérések felhasználása a geopotenciál-analízis spektrális modelljében.* A cikk bemutatja a geopotenciál-analízis spektrális modelljének fő jellemzőit. Ez a modell a négydimenziós analízis diszkrét variánsaként fogható fel. A modell dinamikus-sztocasztikus módszer segítségével valósul meg. A megfigyelési adatok származtatása és megfigyelési adatokkal való egyeztetése egy szabályos rácshálózat pontjaira 12 óránként történik. A módszer alapegyenletei a következő alakot öltik:

$$\widehat{H}_t | k+1 | = \widetilde{H}_t | k | + D^k (X_t - M_n^k \widehat{H}_t | k |),$$

ahol  $k$ : a soron következő iteráció száma,  $t$ : időpont,  $\widehat{H}_t$ : a légkör állapotának értékelése a  $t$  időpontban,  $\widetilde{H}_t$ : ennek az állapotnak előrejelzése az analízis időpontjára,  $X_t$ : megfigyelési vektor a  $t$  időpontban.  $M_n^k$ : átmeneti valószínűség-mátrix,  $D_n^k$ : súlymátrix. Az analízis minőségének kritériumául az analízis hibáinak szóródása szolgál a soron következő állomás figyelembevételét után. A szóródást egy kiválasztott ellenőrző állomáshálózatra határozzák meg. A cikk közli azokat a kutatási eredményeket, amelyek a műholdas mérések figyelembevételének az analízis minőségére gyakorolt hatására vonatkoznak, és ismerteti a műholdas adatok asszimilálásának módjait.

✱

*Use of satellite measurements in the spectral model of geopotential analysis.* This report presents the basic properties of the spectral model of geopotential analysis. The model constitutes a discrete variant of four-dimensional analysis. The realization of the model is carried out by means of the dynamical-stochastic method. The generation and checking of the observational data for the grid points of a regular net are made at 12-hour intervals. The basic equations of the model take the form:

$$\widehat{H}_t | k+1 | = \widetilde{H}_t | k | + D_n^k (X_t - M_n^k \widehat{H}_t | k |),$$

where  $k$  is the number of iteration,  $t$ : point of time,  $\widehat{H}_t$ : the evaluation of the state of the atmosphere in the moment  $t$ ,  $\widetilde{H}_t$ : the forecast of this state for the time of the analysis,  $X_t$ : vector of observations in the moment  $t$ ,  $M_n^k$ : transition matrix,  $D_n^k$ : weight matrix. The dispersion of the errors of the analysis after the inclusion of the station is taken as the criterion of the quality of the analysis. The dispersion is calculated for a selection of control stations. The paper presents the results of research on the effect of the use of satellite data on the quality of the analysis, and reviews the methods of assimilation of these data.

✱

### 1. Общие свойства спектральной модели анализа

Модели анализа метеорологических элементов на ограниченной территории строятся при использовании разных методов интерполяции данных наблюдений в узлы регулярной сетки [1]. Возникновение нового рода измерительной техники — спутниковых измерений создало необ-

ходимость разработки глобальных моделей анализа состояния атмосферы, использующих максимальное количество разнородной информации различной точности, расположенной кроме того в любых точках пространства и времени. Целью настоящей работы является описание характерных черт модели анализа геопотенциала для области северного полушария. Весь анализ, из-за принятия во внимание больших размеров обрабатываемых полей, способности интерпретации результатов и будущих использований, ведётся на коэффициентах спектрального разложения полей, а не прямо на значениях геопотенциала. Такой подход обеспечивает присутствие всех нужных масштабов необходимых для описания исследуемого явления и одновременно как подавление информации о ненужных в модели масштабах так и удаление лишних шумов-ошибок измерений. Основным принципом работы модели является динамико-стохастический метод [10], а согласование информации с очередных источников делается итерационно. Представляемый вариант модели использует аэрологические и спутниковые измерения. Модель является дискретным вариантом четырехмерного анализа геопотенциала. Четвертый размер — время учтено при выводе уравнений модели, в начальном приближении и при включении несинхронической информации.

## 2. Начальное приближение

Скорость сходимости итерационных методов зависит от близости вектора начального приближения к решению. В модели использован 12-часовой прогноз геопотенциала, передаваемый по линиям связи в узлах географической сетки (GRID). Так как в модели анализа в качестве начального приближения используются коэффициенты спектрального разложения полей, информация с телеграмм GRID разлагается в двойной ряд Фурье [6]. Принятие функций  $\sin$ - $\cos$  в качестве базисных можно обусловить только доступностью из получения. Параллельно ведутся работы касающиеся использования сферических функций и функций Хафа с этой целью. Лучшее поведение в модели одной из перечисленных функций будет признаком её применения.

Разложение любого поля в двойной ряд Фурье на сфере после учета симметрии коэффициентов относительно экватора имеет вид:

$$H(\lambda, \varphi) = \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^{N/2} \alpha_n^m (A_n^m \cos m\lambda \cos 2n\varphi + B_n^m \sin m\lambda \cos 2n\varphi) \quad (1)$$

здесь  $\lambda, \varphi$  — географическая долгота и широта соответственно

$$\alpha_n^m = \begin{cases} 1/4\pi^2 & \text{для } m=n=0 \\ 1/2\pi^2 & \text{для } m=0, n>0 \text{ или } m<0, n=0 \\ 1/\pi^2 & \text{для } m, n<0 \end{cases} \quad (2)$$

а коэффициенты  $A_n^m$  и  $B_n^m$  определяются формулам:

$$\begin{aligned} A_n^m &= \iint_k H(\lambda, \varphi) \cos m\lambda \cos 2n\varphi \, d\lambda d\varphi \\ B_n^m &= \iint_k H(\lambda, \varphi) \sin m\lambda \cos 2n\varphi \, d\lambda d\varphi \end{aligned} \quad (3)$$

$k$  — область интегрирования

Проведенные до сих пор эксперименты свидетельствуют о том, что принятие волновых чисел  $M=18$  и  $N=16$  разрешает аппроксимировать поля геопотенциала с точностью, достаточной для синоптического масштаба. Среднее значение квадрата разности между фактическим и восстановленным полями равняется  $0,18$  дам<sup>2</sup>, а её максимальное значение  $2.8$  дам<sup>2</sup>.

### 3. Уравнения модели анализа

Задачей модели анализа, которая использует прогноз в качестве начального приближения, является оптимальное согласование доступных в срок анализа результатов прогностической модели с данными текущих наблюдений. Как прогноз, так и наблюдения загружены ошибками. Обычно считается [10, 4], что ошибки прогноза возникают как следствие трех причин:

— ошибок анализа, возникающих за счет неточной оценки начального приближения;

— ошибок округлений и трукнационных, возникающих за счет приближенных методов интегрирования системы прогностических уравнений;

— неточного описания реального состояния атмосферы прогностической моделью.

Касаясь ошибок наблюдений, предполагается, что они имеют характер белого шума во времени и не зависят от ошибок прогноза на срок анализа.

Принятие предположения о случайном происхождении ошибок делает возможным построение обучающейся (адаптивной) модели атмосферы и использование её для идентификации текущего состояния атмосферы. Необходимость использования обучающейся модели возникает тогда, когда модель должна работать в условиях неопределенности, а доступная априорная информация о решении недостаточна для создания модели об определенных раньше свойствах. Метод постройки обучающихся моделей заключается в использовании процессов корректировки решения в виде итерационных стохастических алгоритмов. Эти алгоритмы для дискретного случая будучи стохастическими разностными уравнениями, позволяют, благодаря обработке текущей информации, восполнять отсутствие априорной информации и достигать наилучших с определенной точки зрения показателей качества. Адаптивная модель должна приспособлять параметры к нужному состоянию. Пусть вектор  $C=(C_1 \dots C_n)^T$  будет вектором параметров. Тогда функционалом, определяющим цель обучения, будет функционал вектора  $C$ , например вида

$$J(C) = \int_x Q(X, C) p(x) dx \quad (4)$$

здесь  $X=(X_1 \dots X_n)^T$  вектор состояния имеющий плотность распределения вероятности  $p(x)$ ,  $O(X, C)$  — некоторая известная функция. Принимая непрерывность функции  $Q(x, c)$  относительно  $C$ , можно записать необходимые условия существования экстремум функционала в виде

$$\text{grad } J(C) = \int_x \text{grad } Q(X, C) p(x) dx \quad (5)$$

Необходимость обучения возникает только тогда, когда не хватает априорной информации для того, чтобы определить функционал (4). Ситуация такая возникает тогда, когда плотность распределения  $p(x)$  неизвестна. Организация адаптивной модели должна быть такой, чтобы на основе наблюдения процесса  $X$  и измерений градиента  $\nabla_c Q(x, c)$  определять с течением времени оптимальные значения вектора параметров  $c = \bar{c}$ .

#### 4. Алгоритмический подход

Допустим временно, что известная плотность распределения вероятности  $p(x)$  и функционал  $J(c)$  можно записать в явном виде. Так как в общем случае уравнения (5) нельзя решать аналитически без серьезных упрощений, принято вместо аналитического метода использовать алгоритмический подход, очень близкий итерационным методам. Физический смысл алгоритмического метода заключается в замене «статичного» уравнения (5) уравнением «динамическим», решение которого во времени стремится к оптимальному вектору  $C$ . Это разностное, динамическое уравнение является алгоритмом определения нужного вектора  $C$  и имеет следующий рекуррентный вид

$$C(n) = C(n-1) - \Gamma(n) \nabla J(C[n-1]) \quad (6)$$

$\Gamma(n)$  — квадратичная матрица размера  $N$ , составляющие которой зависят от текущего состояния вектора  $c(n-1)$ . Правильный выбор матрицы должен обеспечить сходимость  $c(n)$  к оптимальному значению  $\bar{c}$ .

Если априорная информация неполная, т. е. плотность распределения  $p(x)$  неизвестна и нет возможности её предварительно определить, тогда условия (5) в явном виде задать невозможно. В таких случаях определение вектора  $c = \bar{c}$  осуществляется посредством применения алгоритмов обучения. На основе наблюдаемых значений  $x, c$  и  $\nabla_c Q(x, c)$  алгоритмы обучения оценивают вектор  $c(n)$  таким образом, чтобы он с течением времени приближался к оптимальному вектору  $\bar{c}$ . Алгоритмы обучения похожи на формулу (6), различаясь только градиентом и принимают вид

$$C(n) = C(n-1) - \Gamma(n) \nabla_c Q(x[n], C[n-1]) \quad (7)$$

Дискретный алгоритм (7) сходится в среднеквадратическом смысле только тогда, когда построенная им последовательность  $c[n]$  выполняет условие

$$\lim_{n \rightarrow \infty} M \{ \|c[n] - \bar{c}\|^2 \} = 0 \quad (8)$$

Для определения качества обучения нужно ввести какую-то меру — функционал определяющий в каждый момент расстояние между текущим и оптимальным состоянием. Показателем качества обучения служит [2] оценка  $\hat{J}(c)$  функционала  $J(c)$ , экстремум которого является целью обучения. Для дискретного случая оценка эта имеет вид

$$\hat{J}(c[n]) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q(x[i], c[n]) \quad (9)$$

Алгоритм анализа состояния атмосферы построим следующим обра-

зом. Допустим, что последовательность  $\{X_n; n=0, 1, \dots\}$  случайных векторов, образующих коэффициенты спектрального разложения геопотенциала относительно базисных функций, представляется прогностическим уравнением вида

$$X_n = F(n) x_{n-1} + W_n \quad (10)$$

а  $\{W_n; n=0, 1, \dots\}$  является последовательностью независимых векторов с нормальным распределением с нулевой средней и коварианцией

$$T_n = E W_n W_n^x \quad (11)$$

Уравнение (10) можно применять даже к детерминистическим моделям прогноза и тогда случайный процесс  $W_n$  имитирует неопределяемую детерминистическую часть модели динамику рассматриваемой системы.

Уравнение (10) в теории управления известно под названием уравнения состояния, а вектор  $X$  — вектора состояния [9]. Вектор  $X$  наблюдается с ошибками таким образом, что

$$Y_n = A X_n + v_n \quad (12)$$

здесь  $\{v_n; n=1, 2, \dots\}$  последовательность случайных векторов с нормальным распределением с нулевой средней и коварианцией

$$R_n = E v_n v_n^t \quad (13)$$

Используя эти предположения, можно доказать, что многомерное распределение величин  $X_0 \dots X_{1+n}, Y_1 \dots Y_n$  является нормальным. Наилучшую в среднеквадратическом смысле оценку вектора  $X_n$  на основе наблюдений  $Y_1 \dots Y_n$  определяет формула

$$\hat{X}_{n|n} = E(X_n | Y_1 = Y_1, \dots, Y_n = Y_n) \quad (14)$$

Когда располагаем прогнозом состояния  $\tilde{X}_{n|n-1}$ , разработанным на основе  $n-1$  предыдущих векторов наблюдений, тогда оценку  $\hat{X}_{n|n}$  можно записать как условное математическое ожидание выражения

$$\hat{X}_{n|n} = E(X_n | \tilde{X}_{n|n-1}, Y_n) = \int_{-\infty}^{+\infty} X P(X_n | \tilde{X}_{n|n-1}, Y_n) dx \quad (15)$$

После преобразования (15) с использованием теоремы Байеса получаем

$$\begin{aligned} P(X_n | \tilde{X}_{n|n-1}, Y_n) &= \frac{P(X_n, \tilde{X}_{n|n-1}, Y_n)}{P(\tilde{X}_{n|n-1}, Y_n)} = \\ &= \frac{P(X_n | \tilde{X}_{n|n-1}) P(\tilde{X}_{n|n-1}) P(Y_n | X_n, \tilde{X}_{n|n-1})}{P(\tilde{X}_{n|n-1}) P(Y_n | \tilde{X}_{n|n-1})} \end{aligned} \quad (16)$$

Учитывая принятую в начале независимость ошибок прогноза и ошибок наблюдений получаем

$$P(Y_n | X_n, \tilde{X}_{n|n-1}) = P(Y_n | X_n) \quad (17)$$

Окончательно, вероятность состояния атмосферы в момент времени «n» принимает вид формулы Байеса, использующий прогноз этого состояния в качестве априорной оценки. Так как система прогностиче-

ских уравнений детерминистическая, формула (16) примет рекуррентный вид

$$P(X_n | Y_n) = \text{const } P(X_n | Y_{n-1}) \cdot P(Y_n | X_n) \quad (18)$$

Используя многомерные нормальные распределения к ошибкам прогноза и наблюдений получаем апостериорное распределение вида:

$$p(X_n | Y_n) = \text{const} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (X_n - F_n \widehat{X}_{n-1})^T \cdot (F_n \Sigma_{n-1} F_n^T)^{-1} \cdot (X_n - F_n \widehat{X}_{n-1}) - \frac{1}{2} (Y_n - A_n X_n)^T R_n^{-1} (Y_n - A_n X_n) \right\} \quad (19)$$

Как результат объективного анализа в момент  $n$  можно принять то состояние, вероятность которого максимальна. Можно этого добиться приравнявая производную показателя экспоненты по  $X_n$  нулю. Окончательно имеем

$$\widehat{X}_n = \{A^T R_n^{-1} A + [F_n \Sigma_{n-1} F_n^T]^{-1}\}^{-1} \cdot \{A^T R_n^{-1} A Y_n + [F_n + \Sigma_{n-1} F_n^T]^{-1} X_{n|n-1}\}. \quad (20)$$

Оценка с помощью максимального правдоподобия апостериорно создает среднюю весовую из наблюдаемых и прогностических данных. Весы пропорциональны обратным матрицам ковариации ошибок этих данных и учитывают структуру наблюдений.

Схемы типа (20) с рекуррентным определением ковариационных матрицы ошибок являются линейным вариантом фильтра Калмана. Однако практическая реализация такого фильтра затруднительна не только из-за больших размеров векторов и матриц уравнения (20), но также из-за влияния на качество анализа таких факторов, как неадекватность истинной динамики атмосферы используемой при анализе прогностической модели, приближенное знание статистических характеристик модели, ошибки из-за аппроксимации окончательных разностей операторов прогноза и наблюдений и округления. Все эти причины приводят к несовпадению траектории являющейся результатом анализа с истинной траекторией состояний атмосферы в фазовом пространстве. В работе [10] Д. М. Сонечкиным предложен простой, с вычислительной точки зрения, способ борьбы с расходимостью калмановских фильтров основанный на учете того обстоятельства, что невязка вновь поступивших наблюдений с текущей оценкой состояния атмосферы  $Y_n - AX_n$  содержит в себе информацию об отклонении оценки  $X_n$  от истинного состояния. В упомянутой работе получены следующие уравнения обобщенного фильтра:

$$\begin{aligned} \widehat{X}_n &= \widehat{X}_{n|n-1} + K_n \{Y_n - A \widehat{X}_{n|n-1}\} \\ K_n &= \left\{ \frac{\partial A \widehat{X}_{n|n-1}}{\partial X_{n|n-1}} \right\}^+ (M_n - R_n) \cdot M^{-1} \\ M_n &= M_{n-1} + \gamma_n \{ (Y_n - A \widehat{X}_{n|n-2}) \cdot (Y_n - \widehat{X}_{n|n-1})^T - M_{n-1} \} \end{aligned} \quad (21)$$

Уравнения (21) это тип стохастической аппроксимации, а введение его становится возможным применяя эмпирический байесовский подход (11).

## 5. Итерационный способ использования информации из очередных станций

Принятие дискретного варианта четырехмерного анализа не устраняет еще всех трудностей связанных с реализацией задачи. Даже для определенного срока наблюдений  $t_0$  вектор наблюдений  $Y_n$  и связанные с ним матрицы слишком большие для того, чтобы применять алгоритмы (21). Нужны дальнейшие упрощения. Что касается данных агрологических наблюдений, можно допустить, что ошибки измерений на разных станциях независимы между собой. Тогда весовая матрица  $K_n$  перейдет на вектор-столбец, матрица базисных функций  $A$  на векторстроку, а вектор наблюдений  $Y_n$  на скаляр. Используемая в дальнейшем система рекуррентных уравнений имеет вид:

$$\widehat{X}_n = \widehat{X}_{n-1} + K_n \{Y_n - A_n^T \widehat{X}_{n-1}\} \quad (22)$$

$$K_n = A_n \cdot \beta \cdot (M_n - R) \cdot M_n^{-1} \quad (23)$$

$$M_n = M_{n-1} + \gamma \{ (Y_n - A_n^T \widehat{X}_{n-1})^2 - M_{n-1} \} \quad (24)$$

Параметр  $\beta$  определяется по формулам (22) и (23) при условии, что наблюдения безошибочны. Тогда:

$$Y_n = \sum_{i=1}^k a_i x_i(n)$$

$$\sum a_i x_i(n) = \sum a_i [x_i(n-1)] + K_n [\sum a_i x_i(n) - \sum a_i x_i(n-1)]$$

для  $R=0, K_n = \beta a_n$

$$\sum a_i x_i(n) = \sum a_i x_i(n-1) + \sum a_i \beta \cdot \sum a_i \{ \sum [a_i x_i(n)] - \sum [a_i x_i(n-1)] \}$$

$$(1 - \beta \sum a_i a_i) \sum a_i x_i(n) = (1 - \beta \sum a_i a_i) \sum a_i x_i(n-1)$$

$$(1 - \beta \sum a_i a_i) [\sum a_i x_i(n) - \sum a_i x_i(n-1)] = 0$$

откуда

$$\beta = \frac{1}{\sum a_i a_i} = (a_n^T a)^{-1} \quad (25)$$

## 6. Показатель качества анализа

Оценка правильности информации для очередной станции проводилась посредством определения квадрата евклидовой нормы:

$$D = \|f - \bar{f}\|_2^2 = \{ \sum |f - \bar{f}|^2 \} \quad (26)$$

на совокупности экзаменационных станций. Экзаменационные станции получены с этих доступных в очередной срок наблюдений, которые обладали свойством полноты и безошибочности информации на всех уров-

нях. Для контроля правильности данных наблюдений аэрологических станций использовано уравнение статики ([1]). Выбор экзаменационных станций проведен таким образом, чтобы их расположение на рассматриваемой территории было возможно равномерным. С этой целью вся область северного полушара разделена на секторы с размерами  $20 \cdot 15$  градусов, а в каждом секторе избрана только одна станция расположенная вблизи центра. Для исправления коэффициентов спектрального разложения полей начального приближения использовано все присутствующие, аэрологические и спутниковые данные наблю-

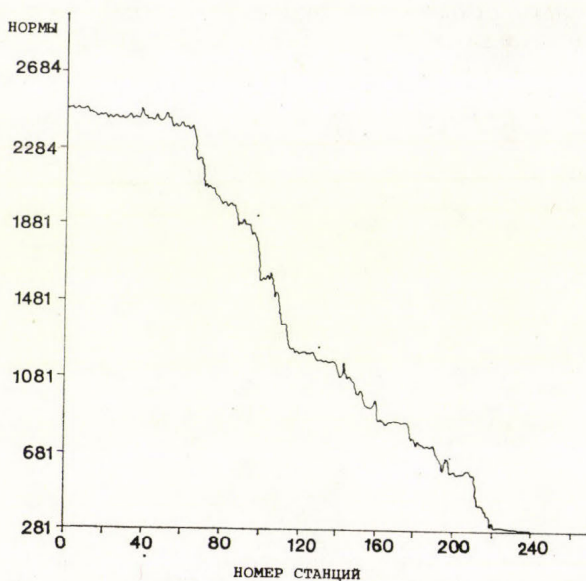


Рис. 1. Изменения дисперсии анализа после включения данных очередных наблюдений

дений. Довольно часто имел место случай корреляции ошибок наблюдений спутниковых измерений. Чтобы избежать возбуждения спектральных коэффициентов ошибками такого характера, до использования информации с  $i$ -той станции выполнялась проверка следующей зависимости:

$$M(i) \leq M(i-1) \quad (27)$$

в которой сравнению подлежала дисперсия анализируемого поляна экзаменационных станциях с привлечением и без привлечения данных обрабатываемой станции. Для корректировки коэффициентов разложения использованы только станции, для которых критерий (27) верен.

На рисунке 1 представлены изменения дисперсии анализа после включения данных очередных наблюдений. Из графика видно быстрое приспособление вектора состояния  $X$  к новым наблюдениям. Существуют однако станции, включение которых не способствует приближению расстояния оцениваемого состояния к оптимальному состоянию. Такие станции отличаются увеличением дисперсии (нормы) по сравнению с окружением. Свидетельствует это о том, что станция сообщает ошибочные

данные. Внимательный анализ таких событий позволяет сказать, что чаще всего выделяются таким образом спутниковые измерения, что свидетельствует об их невысоком качестве.

### 7. Эксперименты с использованием спутниковых измерений

Используемые в модели спутниковые измерения получаются в условиях оперативной работы с американских сводок SATEM. Эти телеграммы, после введения на магнитную ленту прямо из линии связи, подлежат обработке при использовании пакета программ первичной обработки системы прогнозов «PREDICT 1». Во время обработки осуществляется формальный контроль телеграмм — проверка правильности присутствия определенных опорных групп. Телеграммы принятые за правильные включаются в модель анализа. В первой серии экспериментов не учтен эффект несинхронности данных спутниковых измерений. Все измерения полученные во время  $\tau$  в период  $t-3 \leq \tau \leq t+3$  считаны данными наблюдений с главного срока  $t$ . Качество этих данных представлено в таблице 1. В колонках 1 и 2 размещены географические координаты пункта измерений, в третьей колонке квадрат нормы (дисперсия) поля геопотенциала после включения рассматриваемой станции, в четвертой колонке передаваемые в телеграмме значения относительного геопотенциала  $H_{1000}^{500}$  в пятой колонке восстановленное по ко-

ТАБЛИЦА I.

Восстановление значений геопотенциала в точках спутниковых измерений

$\varphi$	$\lambda$	квадрат нормы	$H_{\text{набл.}}$	$H_{\text{вост.}}$	$H_{\text{вост.}} - H_{\text{набл}}$	$\Delta t$
10,0	40,0	2093,58	129,0	135,22	6,22	-3
5,01	41,0	2080,12	132,0	128,09	-3,91	-3
13,0	56,0	2085,07	128,0	122,89	-5,11	-3
5,0	56,0	2075,80	130,0	129,84	-0,16	-3
3,0	53,0	2076,02	131,0	131,12	0,12	-3
9,0	67,0	1878,22	127,0	127,01	0,01	-3
8,0	66,0	1878,16	127,0	126,87	-0,13	-1
3,0	68,0	1878,45	127,0	126,01	-0,99	-1
24,0	299,0	408,40	127,0	125,70	-1,30	-1
56,0	291,0	388,26	124,0	124,04	0,04	+3
35,0	317,0	300,28	129,0	129,81	0,81	-1
16,0	300,0	298,20	128,0	129,00	1,00	-1
19,0	305,0	297,95	128,0	128,94	0,94	-1
22,0	305,0	298,08	128,0	127,85	-0,15	-1
31,0	309,0	297,47	128,0	130,37	2,37	-1
25,0	315,0	295,61	132,0	130,98	-1,02	-1
29,0	313,0	298,42	129,0	131,71	2,71	-1
25,0	331,0	285,06	135,0	136,73	1,73	-1
32,0	336,0	285,74	135,0	136,14	1,14	-1
36,0	334,0	284,65	135,0	134,78	-0,22	-1
33,0	339,0	287,86	137,0	132,41	-4,59	-1
27,0	327,0	284,71	133,0	134,07	1,07	-1
33,0	324,0	284,57	131,0	130,93	-0,07	-1
30,0	330,0	285,31	134,0	137,04	3,04	-1
34,0	329,0	284,88	134,0	134,89	0,89	-1

эффицентам разложения значение анализируемого поля в той же точке, в следующей колонке навязка между восстановленными и наблюдаемыми значениями геопотенциала, а в последней разниця между фактическим и главным сроками. В большинстве случаев ошибка восстановления не превосходит 2.8 дам. Имеются однако точки, в которых ошибка восстановления намного превосходит допустимые значения и данные таких наблюдений признаны ошибочными. В следующем эксперименте

ТАБЛИЦА II.

Невязки (в дам) между восстановленными и наблюдаемыми значениями геопотенциала  $H_{1000}^{850}$  для первого ( $\Delta H_1$ ) второво ( $\Delta H_2$ ) этапа утовения. Экзаменационные станции.

$\varphi$	$\lambda$	$\Delta H_1$	$\Delta H_2$	$\Delta H_2 - \Delta H_1$	$\varphi$	$\lambda$	$\Delta H_1$	$\Delta H_2$	$\Delta H_2 - \Delta H_1$
52,1	5,1	-3,16	-1,27	1,89	50,0	155,3	-0,91	-1,08	-0,17
63,7	9,4	-2,88	-0,40	2,48	62,9	152,4	0,21	-0,25	-0,46
37,7	30,5	1,41	0,32	1,09	52,7	174,1	0,38	-0,72	-1,10
52,4	31,0	-3,35	-2,06	1,29	51,8	183,4	-0,68	-0,71	-0,03
68,9	33,0	-1,53	0,84	2,37	66,1	190,2	-0,10	-0,53	-0,43
16,8	42,5	-0,13	0,16	0,29	58,6	203,4	-1,70	-0,29	-1,41
40,0	52,9	-2,79	-0,71	2,08	64,8	212,2	2,94	0,11	-1,83
53,2	50,4	0,83	-0,21	-1,04	37,7	237,8	-0,33	-0,24	0,09
67,6	53,0	-5,34	-0,66	4,68	50,6	232,7	0,67	-1,33	-2,00
80,6	58,0	-1,30	-0,27	1,03	68,3	226,6	-2,58	-0,42	-2,16
38,5	68,7	-1,16	-0,02	1,14	29,1	241,7	0,73	0,09	-0,64
54,9	73,4	-0,41	-0,92	-0,51	32,1	249,1	1,22	0,13	-1,09
66,5	66,5	-2,23	0,47	2,70	53,5	245,9	-2,20	-0,65	-1,55
79,5	76,9	-1,31	-0,57	0,74	60,0	248,1	0,98	0,50	-0,48
55,0	82,9	-1,92	-0,44	1,48	76,2	240,7	-1,13	-0,09	1,04
73,5	80,2	-1,88	-1,57	0,31	29,3	270,6	-1,20	-0,99	0,21
77,5	82,2	2,26	1,95	-0,31	38,6	271,1	-0,76	-0,17	0,59
53,4	108,9	-0,41	0,46	0,87	53,8	270,2	-0,45	-0,15	0,30
61,2	108,0	-3,44	-1,99	1,45	82,5	297,7	3,53	0,42	-3,11
77,7	104,2	-0,81	0,06	0,87	43,9	300,0	1,64	-0,04	-1,68
43,1	131,9	-0,94	-0,85	0,09	47,6	307,3	-0,01	0,07	0,08
53,0	132,9	4,32	0,64	-3,68	52,7	324,5	0,04	0,34	0,30
71,5	128,9	-1,10	-0,88	0,22	63,9	337,4	1,24	0,16	-1,08
76,0	137,9	0,21	1,55	1,34	51,9	349,8	-0,09	-0,13	-0,04
44,0	145,8	0,14	-0,53	-0,39					

применено предварительное приведение несинхронных спутниковых измерений к единому сроку посредством использования прогностических данных со сводок (GRID). Располагая анализом на срок  $t-12$ , 12 часовым прогнозом на срок  $t$  и 24 часовым прогнозом на срок  $t+12$ , прогностические значения геопотенциала в промежуточных моментах времени  $t_i$   $i = 9, 10, 11, 13, 14$  и 15 получены линейной интерполяцией. Для приведения данных к единому сроку использована формула:

$$H_s^0 = H_s^{t_i} + \Delta H_{pt} = H_s^{t_i} + (H_{p12} - H_{pt_i}) \quad (28)$$

здесь

- $H_s^0$  — приведенное к сроку значение  $H_s$
- $H_s^{t_i}$  — спутниковое измерение в момент  $t_i$
- $H_{p12}$  — 12 часовой прогноз на срок анализа
- $H_{pt_i}$  — прогноз на срок наблюдения

Из-за небольшого временного интервала величина исправления  $\Delta H_{pt}$  не превосходила дам, что явилось главной причиной минимального влияния приведения спутниковых данных к единому сроку на качество анализа.

На основе таблиц 2 и 3 можно рассмотреть работу модели во время усвоения новой информации. В третьем столбце этих таблиц указана невязка между восстановленным после включения всех станций значе-

ТАБЛИЦА III.

Невязки между восстановленным и наблюдаемым геопотенциалами  $H_{1000}^{850}$  для первого и второго этапов усвоения. Спутниковые измерения.

$\varphi$	$\lambda$	$\Delta H_1$	$\Delta H_2$	$\Delta H_2 - \Delta H_1$	$\varphi$	$\lambda$	$\Delta H_1$	$\Delta H_2$	$\Delta H_2 - \Delta H_1$
10,0	40,0	6,22	8,24	2,02	22,0	305,0	-0,15	0,49	0,54
5,0	41,0	-3,91	-0,24	3,67	31,0	309,0	2,37	3,09	0,72
13,0	56,0	-5,11	-5,21	-0,10	25,0	315,0	-1,02	-0,29	0,73
5,0	56,0	-0,16	-0,26	-0,10	29,0	313,0	2,71	3,37	0,66
3,0	53,0	0,12	0,12	0,00	25,0	331,0	1,73	1,53	-0,20
9,0	67,0	0,01	-0,08	-0,07	32,0	336,0	1,14	1,18	0,04
8,0	66,0	-0,13	-0,03	0,10	36,0	334,0	-0,22	-0,09	0,13
3,68	68,0	-0,99	-0,49	0,50	33,0	339,0	-4,59	-4,55	0,04
24,0	299,0	-1,30	-0,50	-0,80	27,0	327,0	1,07	1,15	0,08
56,0	291,0	0,04	-4,11	-4,15	33,0	324,0	-0,06	0,06	0,12
35,0	317,0	0,81	0,92	0,11	30,0	330,0	3,04	2,99	-0,05
16,0	300,0	1,00	0,92	-0,08	34,0	329,0	0,89	1,04	0,15
19,0	305,0	0,94	1,36	0,42					

нием геопотенциала и наблюдаемым значением. Максимальная разница достигает: 5.34 дам для экзаменационных станций и 6.22 дам для спутниковых измерений. Для использования в прогностической модели величины эти не пригодны за счет ошибок больших допустимым. С целью подогнания параметров модели к истинным данным наблюдений, все наблюдения включены в модель второй раз. Четвертый столб таблиц 2 и 3 указывает те же невязки после окончания второго этапа усвоения. Все невязки резко уменьшились и максимальное значение для экзаменационных станций равняется 2.06 дам. В последнем столбце указана величина, на которую изменилась невязка.

### 8. Выводы

Представленная модель является примером адаптивных моделей использующих минимальную начальную информацию о решении. Во время работы с моделью оказалось, как существенно на результат анализа влияет качество данных наблюдений. Модель естественным образом (учитывая дисперсию определенную на экзаменационных станциях) использует только эти данные, которые приближают текущие решения к оптимальному. Второй положительной чертой модели является возможность работы с фактическими, произвольно расположенными в пространстве данными наблюдений. Установлено, что отказ от учета несинхронности спутниковых измерений для наблюдений с периода

$t-3 \leq \tau \leq t+3$  вполне применим, что позволяет эффективно использовать эти данные. Дальнейшие работы над развитием модели будут направлены на применение более пригодных для области северного полушария базисных функций и использование дополнительной информации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Белов, П. П., Численные методы прогноза погоды, Гидрометеоздат Л. 1975.
- [2] Cypkin, J. Z., Podstawy teorii układów uczących się, Warszawa 1973
- [3] Epstein, E. S., Pitcher E. J. Stochastic analysis of meteorological fields. J. Atm. Sci. 1972 T. 29 Nr. 2, 252—301
- [4] Кордазия Г. И., Численное исследование устойчивости процедур четырехмерного анализа при динамико-стохастическом подходе Труды ГМЦ 1976
- [5] Mc. Pherson R., Progress, problems and prospects in meteorological data assimilation, Bull. Am. Met. Soc. 1975 Nr. 56 pp. 1154—1166
- [6] Orsząg S., Fourier series on spheres Mon. Weat. Rev. 1974 Nr. 87 pp. 56—75
- [7] Ozga-Zielińska, Metody opisu i analizy systemów hydrologicznych, Prace Naukowe. Budownictwo Nr. 49 Warszawa 1976
- [8] Покровский О. М. Об определении спектральной структуры полей температуры и геопотенциала по данным дистанционных измерений Meteor. и Гидрол. 1978, № 4 стр. 14-23
- [9] Seidler J., Optymalizacja adaptacyjnych systemów informatycznych, Warszawa 1971 PWN
- [10] Сонечкин Д. М. Динамико-стохастический подход к задаче объективного анализа данных разнородных метеорологических наблюдений. Труды ГМЦ 1976 № 181 стр. 54-56
- [11] Сонечкин Д. М., Эмпирическая байесовская регуляризация в задаче термического зондирования атмосферы. Изв. АН СССР сер. физ. атм. и океана 1974 т. 10 № 2

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 4. szám, 1979. július–augusztus  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 4. July–August. 1979. Budapest*

## Rövidtávú előrejelzések verifikációja

MISKOLCINÉ SZABARI ANNA, *Magyar Néphadsereg Meteorológiai Szolgálat, Budapest*

*Evaluation of short-range forecasts.* The author in her evaluation study analyzes the verification score of the forecasts of minimum and maximum temperatures and of cloudiness, in a seasonal breakdown, for the five-year period from 1973 to 1977 inclusive. The paper describes the system of the data survey and the mathematical method of the evaluation study, and gives a comparison of the verification score of methodical forecasts with that of climatological forecasts. The study shows that the verification score of the methodical forecasts exceeds in all cases that of the climatological forecasts. The reasons for systematic errors are discussed. Finally, the author points to the need for systematic evaluation studies and to their economic value.

✕

A prognózisok rendszeres verifikációjának problémája az utóbbi években egyre inkább előtérbe kerül mind a magyar, mind pedig a külföldi szakirodalomban. E téma fontosságát az indokolja, hogy a különböző időtartamokra szóló prognózisoknak igen nagy a népgazdasági jelentőségük. Így a mezőgazdaság, a vízgazdálkodás, a közlekedés stb. számára igen fontos annak az ismerete, hogy milyen mértékben lehet támaszkodni a prognózisokra, milyen hibákra lehet számítani és milyenek e hibák valószínűségei.

Az időjárás-előrejelzések verifikációjának módszereiről több tanulmány jelent meg. (*Belov*, 1967, 1975; *Koppány*, 1975; *Koppány–Rábai–Szalma*, 1977). E művek tárgyalják a két kategóriás (alternatív), a valószínűségi előrejelzések, valamint a folytonos időjárási elemek prognózisának verifikációját. Mindhárom módszernél alapvető követelmény, hogy a módszertani prognózisok pontosabbak legyenek, mint az éghajlati normálértékekre vagy éghajlati valószínűségekre alapozott, ún. „klimatológiai előrejelzések”, vagy mint az időjárás megmaradására alapozott „inerciaprognózisok”. E módszerek felhasználásával 1969-ben történtek Magyarországon az első behatóbb vizsgálatok. Több publikáció jelent meg a közléstávú előrejelzések bevezetéséről (*Kapovitsné–Koppány*, 1969, 1973), de a rövid távú előrejelzések verifikálására csak szórványos próbálkozások történtek 2–3 hónap adatainak felhasználásával.

Jelen cikk az 1973–77-es évek rövidtávú előrejelzései verifikációs felmérésének eredményeit ismerteti.

### *Az adatfeldolgozás ismertetése*

A vizsgálat az 1973–77-es évek rövidtávú előrejelzéseit reprezentáló 28 hónap adataira alapul:

1. Az 1973–76-os évek évszakközepei (január, április, július, október) — összesen 16 hónap.

2. 1976. december — 1977. november: időjárási szempontból teljes négy évszak — 12 hónap.

A rövid távú előrejelzéseken belül a minimum- és maximumhőmérséklet, valamint a felhőzetadatok beválását vizsgáltuk. Az előrejelzésekben szereplő információk meghatározási módjai a következők voltak:

1. Az adatok egyik halmazát a minimumhőmérsékletek prognosztizált átlagértékei alkották. Ezekhez a következőképpen határoztuk meg a megfelelő valódi értéket: az adott napot követő időjárási napijelentésben megtalálható a mért valódi minimumhőmérsékletek országos eloszlása. Ennek alapján képeztük azon legkisebb és legnagyobb értékekből az átlagot, melyeket legalább három helyen mértek az országban. Így a számításból kizártuk a kevésbé reprezentatív szélsőértékeket. A maximumhőmérséklet prognosztikai és valódi értékeinek meghatározása a fentihez hasonlóan történt.

2. A felhőzet prognosztikai és valódi értékeinek meghatározása jóval bonyolultabb. A probléma abból adódik, hogy az előrejelzés szövegesen történik. A cél tehát az, hogy a különböző szöveges felhőmennyiség-meghatározásokhoz egyértelmű numerikus borultságadatot rendeljünk és ezt konzekvensen alkalmazzuk. A Központi Előrejelző Intézetben összeállították a felhőzetre vonatkozó kódokat. Ennek eredményeképp 1977-ben nyomtatásban is megjelent az ún. Prognózis Értelmező Szótár, mely a felhőzet, a hőmérséklet és a széladatok verifikálásához nyújt módszertani ismereteket (Koppány — Rábai — Szalma, 1977.).

Jelen dolgozat is ezeket a kódokat alkalmazta a felhőzetadatok kiértékelésénél.

A kódok alapján a következő mennyiségi kategóriákat használtuk a prognosztikai felhőértékek jellemzésére (F tizedekben):

- $0 \leq F \leq 1$ : Felhőtlen, száraz, napos idő
- $1 \leq F \leq 2$ : Derült idő, sok napsütés; napos idő
- $2 \leq F \leq 4$ : Kevés felhő; kevés nappali felhőképződés; jobbra derült idő
- $2 \leq F \leq 5$ : Nappali felhőképződés; kisebb felhőátvonulások; gyengén vagy mérsékelten felhős idő; többórás napsütés
- $3 \leq F \leq 6$ : Időnként megnövekvő felhőzet; felhőátvonulások; változóan felhős idő; néhány órás napsütés
- $5 \leq F \leq 7$ : Felhős idő; túlnyomóan felhős idő; felhős, időnként erősen felhős idő
- $6 \leq F \leq 8$ : Erősen felhős idő; túlnyomórészt borult idő; átmenetileg kissé felszakadozó felhőzet; napközben is ködös idő
- $9 \leq F \leq 10$ : Borult idő.

#### *A verifikációs vizsgálat matematikai alapjai*

Ha az adott folytonos időjárási elem prognosztizált, valódi és kiindulási értékét sorban  $H_p$ ,  $H_v$  és  $H_k$ -val jelöljük és  $N$  számú prognózist vizsgálunk, akkor a következő statisztikai mutatók számíthatók ki az előrejelzések verifikálásához:

1. Az előrejelzések közepes abszolút hibája

$$KAH = \frac{1}{N} \sum_1^N |H_p - H_v|_i$$

2. Az előrejelzések közepes hibája, mely a szisztematikus eltéréseket jelzi

$$KH = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (H_p - H_v)_i$$

3. A valódi értékek közepes abszolút változékonysága

$$KAV = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |H_v - H_k|_i$$

A közepes abszolút változékonyság tulajdonképpen az inerciaprognózisok közepes abszolút hibáját adja meg.

4. Az előrejelzések közepes relatív hibája

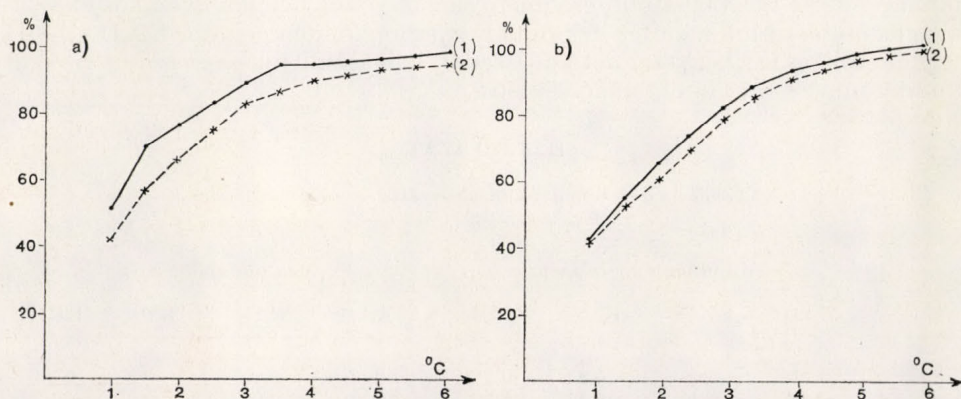
$$KRH = \frac{KAH}{KAV}$$

Ha a  $KRH > 1$ , a módszertani prognózisok eredményessége nem éri el az inerciaprognózisok beválását.

5. Az előrejelzett és a valóságos változások közötti korrelációs együttható:  $r$ .

A fenti fogalmak ismeretében szemléletes összehasonlító eszközként szolgál az anomáliák és hibák integrálgörbéinek megszerkesztése (Koppány, 1975). E célból először meghatározzuk a prognózisok abszolút változékonyságát és abszolút hibáját, majd elkészítjük a fenti hibák gyakorisági eloszlását pl. 0,5 C°-os osztályközökben. Az összegzett gyakoriságadatok alapján megszerkeszthető az előrejelzések hibáinak integrál görbéje, ahol az abszcissa tengely mentén a hibás értékeket helyezik el fokokban, az ordináta tengelyre pedig a különböző hibákkal a prognózis biztonságát %-ban (1a, 1b ábra).

Abban az esetben, ha az anomáliák (inerciahibák) integrálgörbéje a hibák integrálgörbéje alatt helyezkedik el, ez azt jelenti, hogy a klimatológiai (inercia) előrejelzések pontossága kisebb, mint a metodikai előrejelzéseké. Minél nagyobb a klimatológiai és módszertani görbék közti terület, annál nagyobb a módszer effektivitása.



1. ábra: A metodikai- és az inerciaprognózisok összehasonlítása a hibák integrálgörbéi alapján  
 a) minimumhőmérséklet előrejelzés esetén, b) a maximumhőmérséklet előrejelzés esetén; 1 — a hibák integrálgörbéje, 2 — az inerciahibák integrálgörbéje

## *A hőmérséklet előrejelzésének verifikációja*

A rövid távú előrejelzésekben szereplő hőmérsékletadatok verifikálásakor a fentebb ismertetett statisztikai mutatókat alkalmaztuk. Az alapvető feladat tehát a maximum- és minimumhőmérsékletre meghatározni – évszakonként és az egész öt évet reprezentáló 28 hónapra – a fenti hibákat (*KAH, KAV, KH, KRH*).

Az évszacos hibaszámítás során elvi problémaként felmerül, hogy mennyire megbízható információt ad a teljes évszacról egy hónapi adatsor, mennyire jellemzik az évszakot az évszakközépek adatai. E kérdés eldöntéséhez elvégeztük a Fischer-féle „F” szignifikancia-próbát az egész 1977-es év évszakaira, illetve az 1973–76-os évek évszakközépeire.

### I. TÁBLÁZAT

*Az évszacos szignifikancia-vizsgálat adatai*

Időszak	Minimumhőmérséklet		Maximumhőmérséklet	
	KAH	Szórás	KAH	Szórás
XII–I–II. Januárok	1,70 1,64	1,42 1,20	1,89 1,75	1,63 1,35
III–IV–V Áprilisok	1,42 1,31	1,03 1,11	1,89 2,08	1,42 1,70
VI–VII–VIII Júliusok	1,17 1,18	0,91 0,92	1,63 1,92	1,39 1,60
IX–X–XI Októberek	1,68 1,46	1,24 1,19	1,73 1,84	1,39 1,41

Az I. táblázat adataiból megállapítható, hogy minimumhőmérséklet esetén a téle, míg a maximumhőmérsékletre három esetben is (tél, tavasz, nyár) kedvezőtlen volt a szignifikancia-próba eredménye ( $p=5\%$ ). Összegezve az esetek 50%-ában azt kapjuk, hogy az évszakközép nem jellemzi a megfelelő hónapot. Mindezekből következik, hogy a vizsgált 28 hónap adataiból statisztikailag sokkal megbízhatóbb eredményeket kapunk a hibák évszacos eloszlására, ha összevonnjuk a kétféle felbontásban szereplő hónapokat (pl. XII–I–II + januárok) és így négyszer hét hónap adataiból számítjuk az évszacos hibákat a minimum- és maximumhőmérsékletre.

### II. TÁBLÁZAT

*A minimum- és maximumhőmérséklet előrejelzésének évszacos hibái °C-okban*

Időszak	Minimumhőmérséklet				Maximumhőmérséklet			
	KAH	KAV	KH	KRH	KAH	KAV	KH	KRH
Tavasz	1,36	1,90	-0,44	0,71	2,00	2,40	-0,72	0,83
Nyár	1,18	1,52	0,11	0,77	1,80	2,06	-0,50	0,87
Ősz	1,55	1,95	-0,16	0,80	1,79	1,82	-0,31	0,98
Tél	1,66	2,07	-0,40	0,80	1,81	1,78	-0,71	1,02
Összes	1,44	1,86	-0,22	0,77	1,85	2,01	-0,56	0,92

A kapott eredményeket a *II. táblázat* tartalmazza, melyből a következőket állapíthatjuk meg:

1. A minimumhőmérséklet-előrejelzések esetén:

a) A *KAH* legnagyobb télen ( $1,66\text{ C}^\circ$ ) és legkisebb nyáron ( $1,18\text{ C}^\circ$ ).

b) A *KAV* egész évben meghaladja a *KAH* értékét, ebből következik, hogy a *KRH* minden évszakban kisebb 1-nél, így a metodikai prognózisok minden évszakban jobbak az inerciaprognózisoknál.

c) Az *RH* a nyarat kivéve negatív, így a prognózisokat kismértékű alábecslés jellemzi.

d) A fentiekből következik, hogy az előrejelzések nyáron a legjobbak, legkevésbé pedig télen válnak be.

e) Az összesített adatokból megállapítható, hogy az előrejelzések megfelelőek, a  $KAH < KAV$ , a  $KRH = 0,77$ .

2. A maximumhőmérséklet-előrejelzések esetén:

a) A *KAH* legnagyobb tavasszal ( $2,00\text{ C}^\circ$ ) és legkisebb ősszel ( $1,79\text{ C}^\circ$ ).

b) A *KAV* értéke a tél kivételével meghaladja a *KAH* értékét, így a metodikai prognózisok a tél kivételével megfelelőek.

c) A  $KH < 0$ , tavasz és a tél esetében viszonylag nagy érték.

d) Összehasonlítva a minimumhőmérséklet-prognózisok hibáival, megállapítható, hogy mindegyik hiba esetén nagyobb érték adódott a maximumhőmérséklet-előrejelzésekre. Ezt tükrözik az összesített eredmények is.

A hibagyakorisági görbék lehetőséget adnak arra, hogy ismeretükben megadjuk a *KAH* adott értéke mellett a prognózisok beválását.

A *III. táblázat* eredményeinek figyelembevételével a következők állapíthatók meg:

### III. TÁBLÁZAT

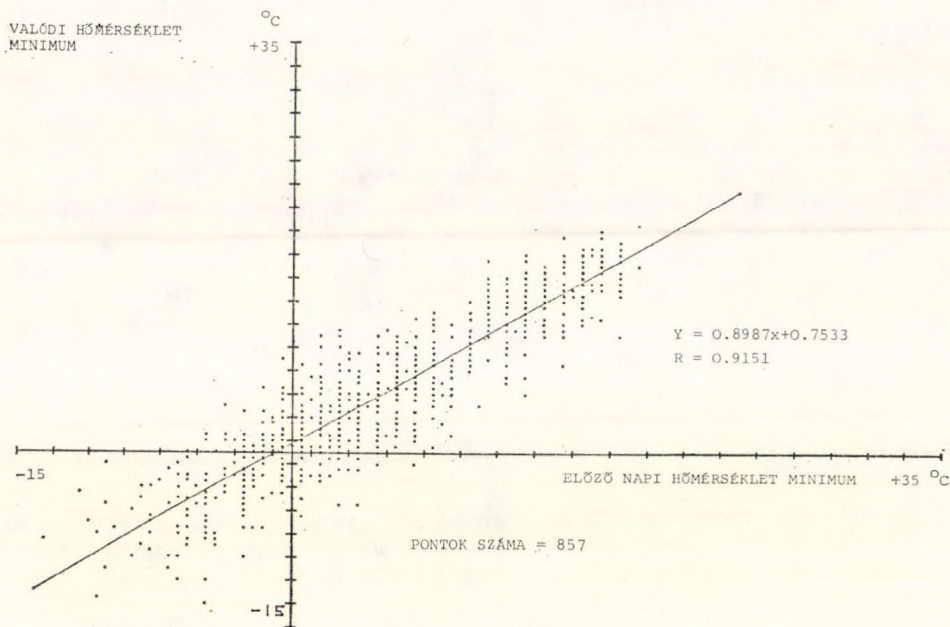
*A minimum- és maximumhőmérséklet előrejelzésének beválása %-ban a megengedett KAH függvényében*

Időszak	Minimumhőmérséklet				Maximumhőmérséklet			
	A megengedett hiba ( $^\circ\text{C}$ )							
	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 2,0$
Tavasz	36,3	58,0	65,6	79,7	22,2	37,7	51,4	64,6
Nyár	36,1	64,4	79,2	88,2	38,2	45,4	60,5	70,8
Ősz	31,1	48,8	59,1	76,3	25,6	39,5	52,6	63,7
Tél	29,4	43,5	58,4	70,1	26,6	42,5	58,4	69,2
Összes	33,1	53,4	65,0	77,9	25,7	41,1	56,2	68,5

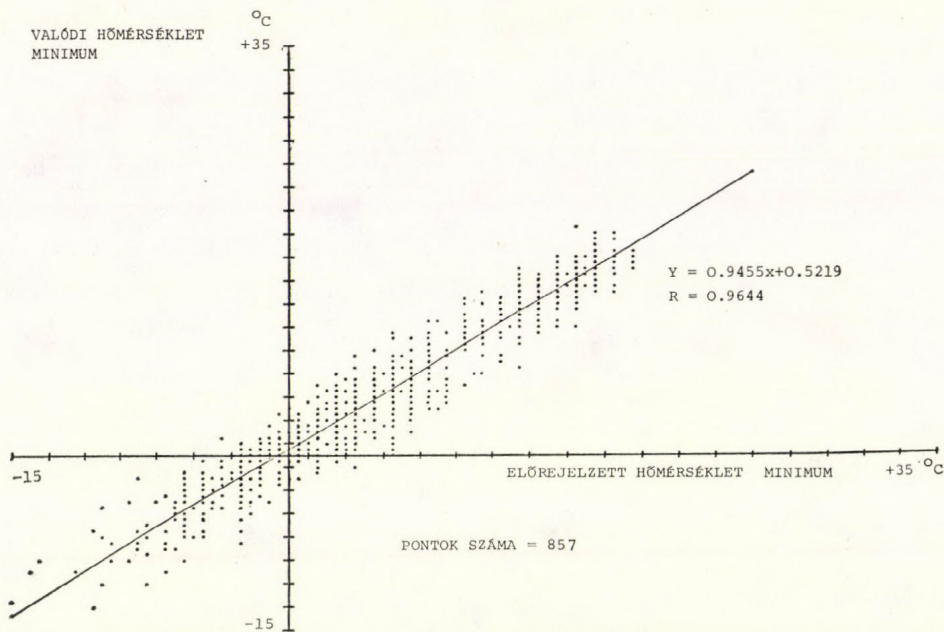
1. A minimumhőmérséklet-előrejelzések nyáron kiemelkedően jók, a beválás  $88,2\%$ -os, télen ez lecsökkent  $70,1\%$ -ra ( $KAH = \pm 2\text{ C}^\circ$ -os hiba mellett). Az összesített adatokból a beválás  $77,9\%$  volt.

2. A maximumhőmérsékletre vonatkozó beválási adatokat vizsgálva megállapítható, hogy a beválás nyáron a legnagyobb mértékű ( $70,8\%$ ), legkisebb pedig ősszel ( $63,7\%$ ). Az összesített adatokból a beválásra  $68,5\%$  adódott ( $\pm 2\text{ C}^\circ$ -os hibahatár esetén).

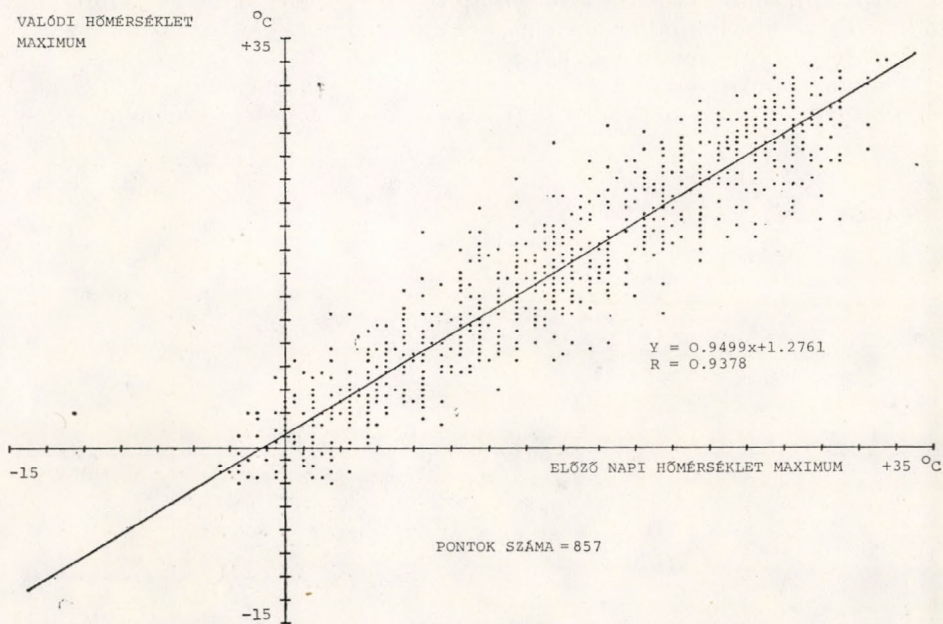
A hibagyakorisági görbék alapján megrajzolhatók a hibák, illetve az inerciahibák integrálgörbéi ( $1/a$ ,  $1/b$  ábra). Látható, hogy mind a minimum-, mind pedig a maximumhőmérsékletre az inerciahibák integrálgörbéje a hibák integrálgörbéje alatt helyezkedik el, tehát a metodikai prognózisok pontossága meghaladja az inercia-prognózisok pontosságát.



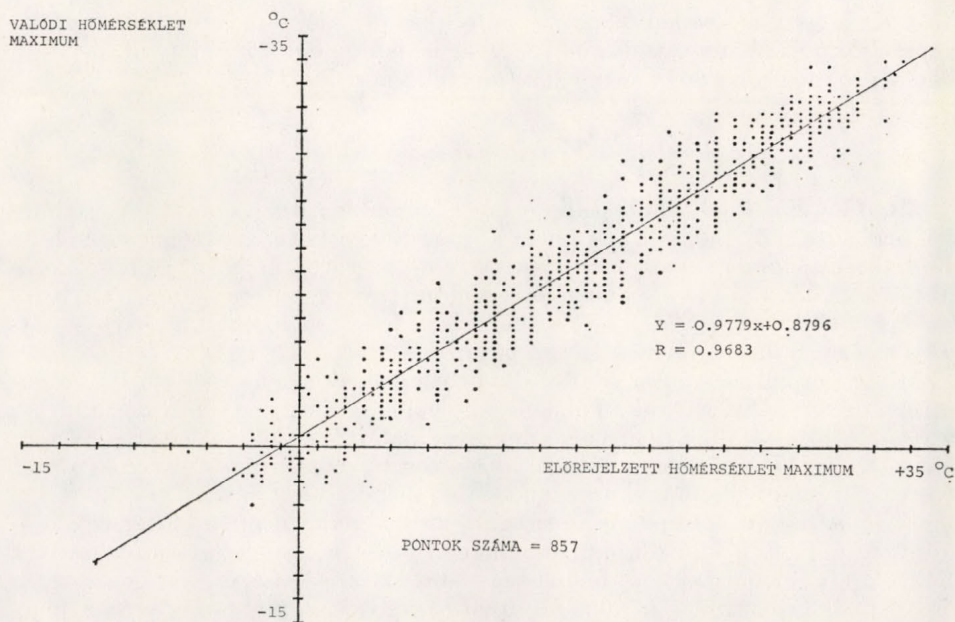
2. ábra : Regresszió és korreláció az előző napi minimumhőmérséklet és a valódi minimumhőmérséklet között



3. ábra : Regresszió és korreláció az előrejelzett minimumhőmérséklet és a valódi minimumhőmérséklet között



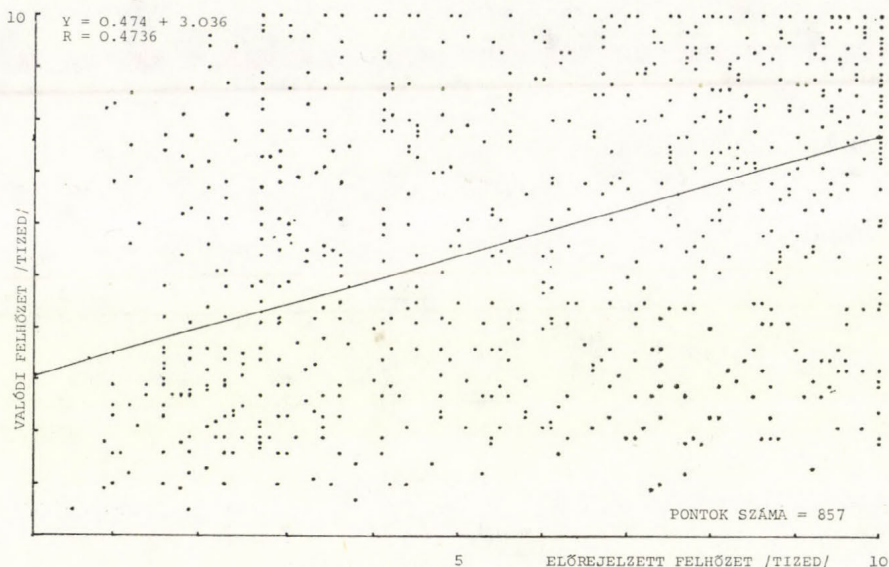
4. ábra : Regresszió és korreláció az előző napi maximumhőmérséklet és a valódi maximumhőmérséklet között



5. ábra : Regresszió és korreláció az előrejelzett maximumhőmérséklet és a valódi maximumhőmérséklet között

A számításokból továbbá megállapíthatjuk, hogy mind a minimum-, mind pedig a maximumhőmérséklet esetén az inercia- és az aznapi valódi hőmérséklet között igen szoros kapcsolat van,  $r > 0,9$  (2., 4. ábra).

Amikor a prognosztizált és az aznapi valódi hőmérsékletek közötti kapcsolatot vizsgáltuk, a korreláció nőtt, ugyanakkor a szórás csökkent (3., 5.



6. ábra: Regresszió és korreláció az előző napi felhőzet és a valódi felhőzet között

ábra). Ez a tény is azt jelzi, hogy a metodikai prognózisok jobbak az inercia-prognózisoknál. A regressziós egyenesek ismeretében korrekcióval javítani lehet a prognózisokat, így a bevalás mértéke növelhető.

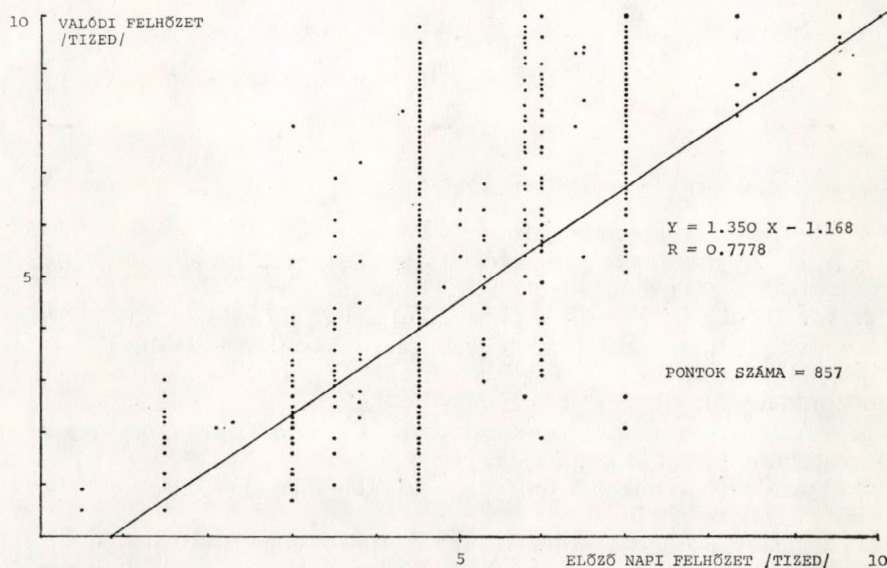
#### *Az előrejelzések szisztematikus hibáinak okai*

Mind az évszakos, mind pedig a havi felbontású hibaszámítások eredményei arra utalnak, hogy a prognózisokban kismértékű szisztematikus hiba található. E jelenség okait vizsgálva és magyarázatot keresve, a következőket tételezhetjük fel: vagy magában a hőmérséklet változásában van bizonyos tendencia, vagy pedig a szisztematikus hibák szubjektív okokra vezethetők vissza (a kettő természetesen együtt is felléphet).

Mivel csupán 28 hónap adatai állnak rendelkezésre, az első kérdés eldöntésére nem vállalkozhatunk. Fel kell tételezni — ami nagyon valószínű —, hogy a vizsgált 5 évben nem volt a hőmérséklet változásában határozott tendencia. A kérdés pontosabb megválaszolása természetesen hosszabb vizsgálatot követel. Egyszerű feladat viszont annak az ellenőrzése, hogy milyen hibákkal dolgoztak az egyes előrejelzők a vizsgált időszakban. Minden előrejelző kódszámot kapott, s e kód alapján csoportosíthatók a napok és számíthatók a hibák. Hogy megőrizzük a feldolgozás statisztikus jellegét, csak annál az előrejelzőnél végeztük el a hibaszámítást, ahol a vizsgált napok száma meghaladta a 30-at. Így a hibaszámítást kilenc előrejelző esetében végeztük el.

A számítás eredményéből a következő vonható le: Az előrejelzők általá-

ban kisebb értéket jeleznek, mint a valódi, az alábecslés mértéke minimumhőmérséklet esetén kisebb. Figyelemre méltó az a tény, hogy a közepes hibák (KH) értéke néhány előrejelzőnél jóval felülmúlja az összes adatból számolt átlagot. Például minimumhőmérséklet esetén a KH értéke  $-0,56\text{ C}^\circ$  volt az átlagos  $-0,22\text{ C}^\circ$ -kal szemben. illetve maximumhőmérséklet esetén



7. ábra: Regresszió és korreláció az előrejelzett felhőzet és a valódi felhőzet között

$-0,97\text{ C}^\circ$  volt a KH az átlagos  $-0,56\text{ C}^\circ$ -kal szemben Ezen eredmények alapján feltehető, hogy a szisztematikus eltéréseket az előrejelzők okozzák. Részletesebb eredmények megtalálhatók *Miskolcíné* munkájában (*Miskolcíné*, 1978.)

#### A felhőzet előrejelzésének verifikációja

Mindenekelőtt meg kell jegyezni, hogy a sajtó számára kiadott rövidtávú előrejelzésekben szereplő meteorológiai elemek közül viszonylag kevésbé fontos a felhőzet. Azonban néhány speciális ágazat, így a repülés számára jóval lényegesebb, így ezekben a speciális prognózisokban nemcsak a felhőzet mennyisége, hanem a felhőfajták, felhőalap magassága stb. is meg van adva. A sajtó számára naponta kiadott előrejelzésekben a felhőzet mennyiségét adják meg szövegesen.

A numerikus átkódolás után a verifikációt azzal kezdtük, hogy felhőzet esetén is kiszámítottuk a regressziós egyenesek egyenletét és a korrelációs együtthatókat. A számítás eredményeiből az adódott, hogy teljesen helytelen lenne az előző napi felhőértékekre támaszkodni, olyan nagy a változékonyság, rendkívül nagy a szórás és kicsi a korrelációs együttható;  $r=0,474$  (6. ábra). A 7. ábra alapján megállapítható, hogy az előrejelzők általában alábecsülik a felhőzet mennyiségét. Az is jellemző, hogy legtöbbször változó felhőzetet jeleznek elő. Mindezek ellenére a módszertani prognózisok jóval megnövelik a korrelációt, az adott napi valódi és prognosztizált értékek közötti kapcsolat már szoros ( $r=0,778$ ). A hibaszámítások eredményeit a IV. táblázat közli évszakos felbontásban.

#### IV. TÁBLÁZAT

*A felhőzet előrejelzésének évszakos hibái tizedekben*

Évszak	KAH	KAV	KH	KRH
Tavaszi	1,52	2,44	-0,17	0,62
Nyár	1,41	2,08	0,14	0,68
Ősz	1,64	2,26	-0,78	0,73
Tél	2,14	2,24	-1,75	0,96
Összes	1,68	2,25	-0,64	0,75

A felhőzet évszakos előrejelzését a következők jellemzik:

1. A *KAH* nyáron a legkisebb (1,41 tized), télen pedig a legnagyobb (2,14 tized) és lényegében követi a *KAV* évi menetét.

2. A *KAV* minden évszakban meghaladja a *KAH* értékét, így a *KRH* < 1, sőt értéke a hőmérsékleti eredményekhez viszonyítva kisebb. Ez azonban pusztán azt jelenti, hogy a *KAV* rendkívül nagy értéke miatt a metodikai prognózisok hibáik ellenére még mindig jobbak, mint az inerciaprognózisok.

3. A *KAH* nyár kivételével negatív, télen -1,75 tized, ami a téli prognózisok nagyfokú pontatlanságát jelzi.

Ha szálalékosan akarjuk megadni a beválás mértékét, alternatív beválásvizsgálatot kell készíteni.

A beválásvizsgálat eredménye a következő volt: Előljáróban meg kell jegyeznünk, hogy a prognózis értelmező szótár által meghatározott kategóriák mellett a klimatológiai előrejelzések várható beválási valószínűsége csupán 25%. A verifikációs feldolgozás szerint a felhőzet előrejelzések beválása nyáron a legjobb (63,4%), majd következik a tavasz (56,1%) és az őszi (50,2%). A prognózisok télen a legrosszabbak, a beválás 36,9%-os. Az összesített adatokból 51,7%-os évi beválás adódott. Ezen beválásértékek tehát jóval meghaladják a klimatológiai beválásértékeket.

Összegezve megállapítható, hogy a verifikációs vizsgálatban szerepelt mindkét meteorológiai elem – a hőmérséklet és a felhőzet mennyisége – esetén a metodikai prognózisok eredményesek, de az adatokat részletesebb, évszakos felbontásban vizsgálva kitűnhetnek a prognózisok pontatlanságai és szisztematikus hibái. Ez rámutat arra, hogy szükség van a rendszeres verifikációs vizsgálatokra, melyek eredményei hozzájárulnak az előrejelzések javításához

#### IRODALOM

- Belov, P. N.*, (1967): Prakticeszkizje metodi csiszlennogo prognoza pagodi (Hidrometeorológiai-csészkoje Izdatyelsztvo, Leningrad)
- Belov, P. N.* (1975): Csiszlennije metodi prognoza pagodi (Hidrometeorológiai Izdat, Leningrad)
- Koppány Gy.* (1975): A meteorológiai előrejelzések verifikációjának módszerei (Meteorológiai Tanulmányok 5. kötet, OMSZ Budapest)
- Koppány Gy. – Rábai A. – Szalma J.* (1977): Útmutató a rövid távú időjárás-előrejelzések verifikálására és információtartalmának meghatározására (Prognózis Értelmező Szótár) (Meteorológiai Tanulmányok 22. kötet, OMSZ Budapest)
- Kapovitsné, Róth R. – Koppány Gy.* (1969): A középtávú előrejelzések beválásáról (Időjárás 73. évf.)
- Kapovitsné, Róth R. – Koppány Gy.* (1973): A közép- és hosszabbtávú előrejelzések beválásáról (OMSZ Hivatalos Kiadványai XXXVII. kötet Budapest)
- Miskolci Ferencné:* (1978): Az időjárás rövid távú előrejelzésének verifikációja (Szakdolgozat)

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 4. szám, 1979. július—augusztus  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 4. July—August 1979. Budapest*

## A párolgás és az evapotranspiráció mérésének automatizálása

GALLÓ VILMOS—POSZA ISTVÁN *Agrometeorológiai Obszervatórium, Szarvas*

*Automation of the measurement of evaporation and evapotranspiration.* The study gives a review of the methods and instruments used for the measurement of the amount of water evaporating from a free water surface or from a surface covered by vegetation. It points at the errors of measurement and draws attention to the need for more accurate and finer resolution measurements of evaporation. The various types of evaporation recording instruments and their deficiencies are discussed. The principles of operation of the equipments using tipping bucket, electronic level detecting tipping bucket and overflow-ventil systems are described in detail. The first two types are suitable for the accurate and continuous monitoring of evaporation both from a free water surface and from a surface covered by vegetation.



Az Országos Meteorológiai Szolgálat agrometeorológiai obszervatóriumai-ban, illetve kutatóállomásain, továbbá a párolgásmérő hálózatában alapvetően kétféle párolgás mérése történik. Az egyik a szabad vízfelszín párolgása (evaporációja), amelynek mérése a különféle méretű és felállítású párolgásmérő kádakkal, a másik a talajról és a növényzetről evapotranspiráció útján távozó vízvesztés, amit rendszerint liziméterekkel, tenyészedényekkel és evapotranspirométerekkel mérünk.

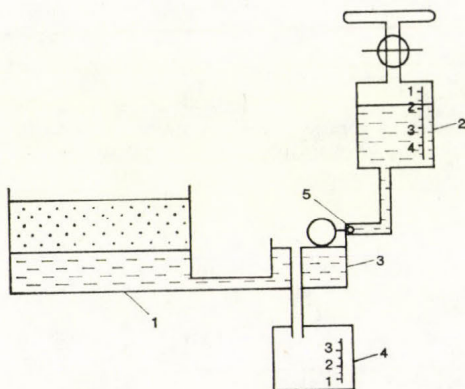
A szabad vízfelszín párolgásának mérése a WMO (Meteorológiai Világszervezet) által szabványosított párolgásmérő kádakkal történik. Az Országos Meteorológiai Szolgálat hálózatában is jobbra ezek a szabvány kádak kerültek felállításra, nevezetesen az „A”, „GGI”, „INEP” típusú, illetve a 20 m<sup>2</sup>-es kádak. E párolgásmérőkkel a mérés elvileg egyszerűen elvégezhető a vízszint rendszeres meghatározása útján.

*A talajról és a növényzettel borított felszínekről végbemenő párolgás* (evaporáció, transpiráció, evapotranspiráció) mérésének nincs szabványosított műszere. Rendszerint országonként és kutatóintézetenként más-más felépítésű berendezésekkel, hazánkban liziméterrel, ill. evapotranspirométerrel mérik. Az utóbbival az irányított vízellátású tenyészedényben levő növényállomány evapotranspirációját lehet mérni. A különböző vízellátású evapotranspirométerből elpárolgó vízmennyiséget potenciálisnak, optimálisnak, vízfogyasztásnak, vízigénynek is nevezik. Ezt a berendezést lényegében *Thornthwaite*-féle liziméternek nevezzük.

A tényleges evapotranspirációt a meteorológiai hálózatban hidraulikus párolgásmérővel mérjük, azonban nem hálózatszerűen, hanem csak néhány állomáson, nevezetesen a martonvásári, a keszthelyi és a szarvasi agrometeorológiai obszervatóriumban.

A szabadvízfelszín párolgásának meghatározása a vízszint változásának rendszeres mérésével folyik. A meteorológiai szolgálat és a VITUKI által megindított első méréseket az ún. Fazekas-féle kúptárcsás mikrométerrel kezdték a 60-as évek elején. Ezzel elvileg századmilliméter pontossággal történik a mérés, de a vízfelszín mozgásától és az észlelő személyi adottságaitól függően ez az érték jelentősen változik, emellett sok a hibaforrás, a mérőműszer pedig drága.

E hibák kiküszöbölésére az OMSZ hálózatában áttértünk az ún. merítőedényes módszerre, amelyet a szovjet mérőeljárás alapján egy kissé módosított formában alkalmazunk a hálózatban. A vízszint mérésére a Piche-féle párolgásmérő csövet használjuk. Néhány jelentéktelen változtatással ma már – jobbára hazai gyártmányú mérőcsővel – az egész hálózat ezt alkalmazza.



1. ábra: Kompenzációs evapotranspirométer.  
1. Tenyészedény, 2. A vízfogyasztást mérő tartály, 3. Szinttartó edény a túlfolyócsővel, 4. A visszafolyást mérő tartály, 5. Úszós membrán szelep

A csillapító cső szerepét maga a mintavevő edény látja el, a pontos leolvasást a merítőedény – mérőcső keresztmetszet arányában 15-szörösére megnövelt vízoszlop magassága adja 0,1 mm pontossággal. A leolvasási hibán kívül azonban a mérés pontosságát a merítőedény és a mérőcső szennyeződése, ill. a mérés előtti állapota is befolyásolhatja. Szélső esetben ui. ha száraz a merítőedény és száraz a mérőcső, ill. ha nedves az edény és nedves a mérőcső, több tized mm eltérés is előállhat. Ez kiküszöbölhető, ha mindig ugyanolyan módon mérünk, mindig azonos sorrendben.

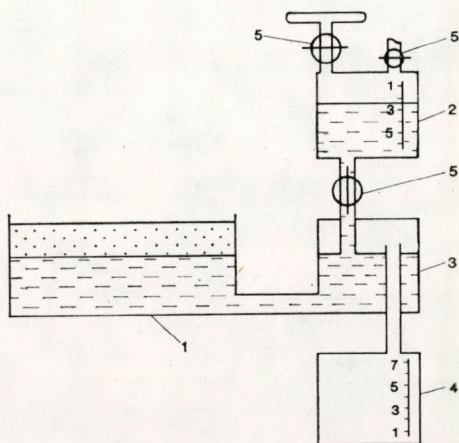
Hibát okozhat, ha nem várjuk meg a merítőedény teljes feltöltődését (vízszint-kiegyenlítődsét). Újabb hibaforrást jelent, ha a merítőedényben levő víz nem fér egyszerre a mérőcsőbe, s kétszerre kell lemérni. A második mérésnél a leolvasási és a feltapadó víz okozta hiba ismét jelentkezik. Ez kiküszöbölhető, ha a merítőedényt tartó állvány elegendő magasra kerül. Ennél a mérési módszernél azonban a leg gondosabb mérések esetén is jelentkezik a vízszintváltozás okozta párolgásetérés hibája (Dunay, 1968a).

A fenti hibaforrások kiküszöbölésére, valamint a Meteorológiai Világszervezet ajánlására célszerű lenne a párolgásmérő kádaknál is áttérni a fél-automatikus vagy automatikus vízszinttartású mérési, illetve regisztrálási módszerre, ami lehetővé tenné a regisztráltatást, ill. az automata távadatgyűjtést. A továbbiakban ezek néhány változatát ismertetjük.

A Thornthwaite – Mather-féle (1955) evapotranspirométeres mérés lényege

a tenyészedényben való állandó vízszinttartás, automatikus utántöltés, az erre felhasznált vízmennyiség és a túlfolyó víz mérése. A Meteorológiai Szolgálat agrometeorológiai mérőállomásain ezt az 1. ábrán vázolt úszószelepes, túlfolyócsöves, ún. kompenzációs evapotranspirométeres rendszerrel oldották meg az elmúlt évtized elején (Antal, 1966). Az alaprendszer (tenyészedény a talajjal, a vízvezetékrendszer, kompenzációs edény a mérőegységekkel) erős csillapítása néhány órával késlelteti a vízutánpótlást. A mérés mechanikájának egyik alapvető hibája, hogy az úszós rendszer késve zár, ill. nyit, s csak pár centiméter pontosságú vízszinttartást tesz lehetővé a kisparcellákon elhelyezett evapotranspirométerekben.

Hasonló elrendezésű, de mozgó alkatrészt nélkülöző vízszinttartó és adagoló berendezést szemléltet a 2. ábra, amely egy légmentesen zárt rendszerű,



2. ábra : Zártrendszerű evapotranspirométer.  
1. Tenyészedény, 2. A vízfogyasztást mérő tartály, 3. Szinttartó edény a túlfolyócsővel  
4. A visszafolyást mérő tartály, 5. Vízlezáró csap

s az önitató elvén működő mérőrendszert ábrázol. Ez pontosabb szinttartást tesz lehetővé, a kezelése azonban bonyolultabb, s a regisztrálás ugyanakkor csak nehezen oldható meg.

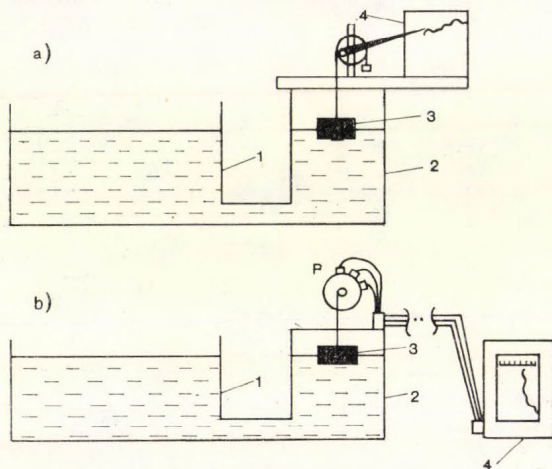
Mindkét berendezésnek problémája a csapadék vagy öntözés hatására rendszertelenül jelentkező és különböző intenzitással visszafolyó víz pontos mérése. Pedig az evapotranspiráció meghatározásakor a visszafolyt vízmennyiség lényeges összetevője az evapotranspirométer vízháztartási egyenletének, minthogy esetenként ez a kiadási tag nem hanyagolható el.

Ezekkel a hagyományos berendezésekkel kielégítő pontosságú mérés elsősorban csak pentádos vagy dekádos időtartamra nyerhető. Ilyen hosszú időszakokra vonatkozó értékek azonban a párolgás dinamikáját, időbeli menetét kellőképpen nem tükrözik. A hosszabb időtartamra vonatkozó párolgási adatokban ugyanis elmosódik a különböző időjárás elemek hatása. Ezt már a korábbi kutatások (Dunay, 1968b) is igazolták.

Egy korábbi tanulmányban Galló-Posza (1977) is megkísérelte a párolgásmérő kádak adataiból a nappali és az éjszakai szakaszok szétválasztását, de a párolgásmérés hibája határt szabott az értékelésnek. A változókonny meteorológiai tényezők és a párolgás között levő kapcsolatok felderítéséhez tehát részletesebb és pontosabb párolgási adatokra van szükség. Mivel a meteorológiai tényezők kielégítő pontosságú, folyamatos nyomon követésére akár

mechanikusan, akár elektromosan, újabban pedig digitális úton lehetőség van, ezt kell elérnünk a párolgásméréseknél is.

A párolgás regisztrálására az elmúlt években is több kísérlet történt, kezdve a hagyományos Wild-féle párolgásmérő regisztrálótól a legbonyolultabb elektronikus berendezésekig. A párolgásmérő kádak párolgási vízvesztésének folyamatos nyomon követésére Kozma és Karácsony szerkesztett alkalmas mechanikus műszert a közelmúltban (Karácsony – Kozma 1977). A közlekedőedény elve alapján egy segéd tartály vízszintjét regisztrálták mechanikus karos áttétellel (ld. 3a ábra). Az egyszerű, könnyen kezelhető műszer hibája a hiszterézis jelenségéből ered. (A regisztráló műszer hibája



3. ábra: a) Úszós mechanikus párolgásregisztráló. 1. Párolgásmérő kád, 2. Segéd tartály. 3. Úszó, 4. Regisztráló; b) Úszós elektromos párolgás regisztráló. 1. Párolgásmérő kád, 2. Segéd tartály, 3. Úszó, 4. Regisztráló, P. Helipot

ebből eredően több tized mm lehet). Hibaforrás még a mérőrendszer hőtágulása is, ami a hőmérséklet szintjétől függően más-más értékű.

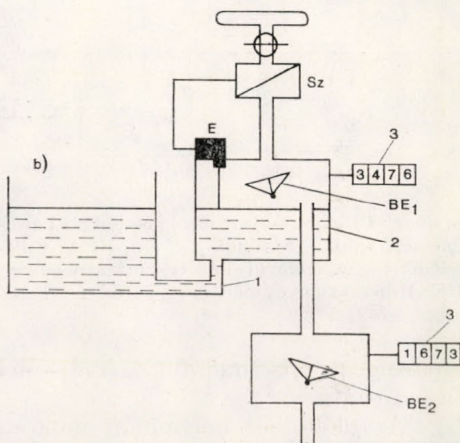
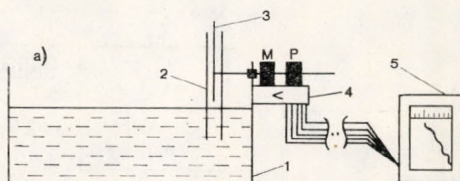
Hasonló elven működik a szarvasi agrometeorológiai obszervatórium területén kísérletképpen üzemelő *potenciométeres vízszintregisztráló* (3b. ábra). Az úszó helyzetét a „P helipot” (=speciális potenciométer) elmozdulása jellemzi. A helipot-ról nyert villamos jelet hatszínirő és digitális adatgyűjtő regisztrálja. Ennek a berendezésnek a hibái gyakorlatilag azonosak a Kozma – Karácsony-féle regisztráló műszer hibáival. Mivel a helipot mozgatásához nagyobb nyomaték szükséges, ezért a hiszterézis hiba is valamivel nagyobb:  $\pm 0,3$  mm.

Annak érdekében, hogy ne kelljen terjedelmes felépítésű úszórendszert használni, de a forgatónyomaték elegendően nagy legyen, kis ellensúlyt használunk, és nagy áttétel segítségével növeljük a nyomatékot. Ezzel a tengelyen fellépő súrlódási veszteséget sikerült nagymértékben csökkenteni, és így lehetővé vált, hogy – közbenső áttételek mellőzésével – közvetlenül a helipot tengelyére szereljük az úszót. Az áttétel nagysága így a helipot-tengely és a potenciométer-csúszka sugarainak nagyságával arányos. A Szarvason alkalmazott kísérleti műszernél ez az érték közel 1:5 arányú.

A felhasznált helipot három fordulatú, 10 Kohmos, lineáris, 25031 G típusú potenciométer a Gamma Művek gyártmánya, kitűnő csapágyazású és nagyon kicsi a súrlódási ellenállása, teljesen zárt kivitelű.

Pontosabb mérést elvileg ezzel a berendezéssel sem lehet végezni, mint a merítőedényes módszerrel, de a csapadékos napokon mért párolgás-értékek a hiszterézis hiba ellenére is jobban megközelítik a valóságos párolgás értékét. Előnye még, hogy a regisztráló berendezés tetszőleges távolságra lehet a párolgásmérő kádtól, és a regisztrátumok alapján képet kaphatunk a párolgás dinamikájáról, akár óránkénti értékelések útján is.

A vízszint regisztrálására több gyárilag kialakított elektromos berendezés is van forgalomban: pl. az osztrák *Schenk* cég is készít ilyeneket. Ennek vázlatos rajzát a 4a. ábra közli (*Cernusca*, 1976). A rajzon látható műszer „M” elektromotorja mozgatja az érzékelő tűskét a vízszint eléréséig. Az elektronika



4. ábra: a) Osztrák vízszint-regisztráló 1. Párolgásmérő kád, 2. Csillapító eső, 3. Érzékelőtűske, 4. Elektronika. 5. Regisztráló, M. Motor, P. Potenciométer b) Automata párolgás-regisztráló 1. Párolgásmérő kád, 2. Szinttartó edény a túlfolyócsővel, 3. Számlálójelfogó, E. Szinttartó elektronika, Sz. Mágnesszelep, BE<sub>1</sub>: Billenőedény kontaktadóval a befolyó víz mérésére, BE<sub>2</sub>: Billenőedény kontaktadóval a túlfolyó víz mérésére

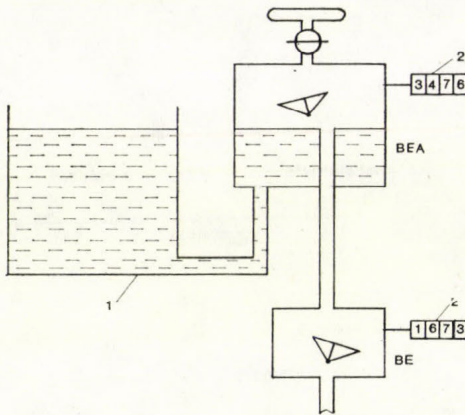
ekkor megállítja, majd visszafelé forgatja a motort, ami megemeli az érzékelő tűskét a tűske és a víz közötti kontaktus megszakadásáig. Ezt a műveletet a motor percenként többször elvégzi. A meghajtó motort és a jeladó „P” potenciométert közös tengelyre szerelték, ezért a potenciométer ellenállás-változása hűen követi a vízszint változását. A Schenk-műszer analóg elektromos jele pontíróval regisztrálható.

Az irodalomból ismert egyéb párolgás-regisztrálók a fentieknél jóval bonyolultabb szerkezetűek, sok hibalehetőséggel, ezért hálózati körülmények közötti megbízható üzemeltetésük nagy szakértelmet kíván.

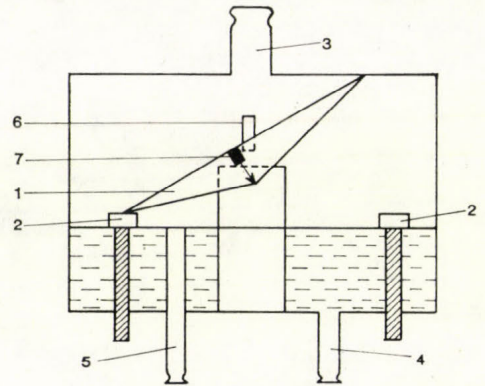
A felsorolt mérőmódszereknel jobb megoldásnak ígérkezik a szarvasi agrometeorológiai obszervatóriumban készülő párolgásregisztráló, amely állandó vízszint-magasságot tart a „szinttartó edényben”. A szinttartáshoz szükséges vízadagolást igen finom felbontású, kiskapacitású billenőedény végzi.

A hálózati mérések számára kétféle megoldás kínálkozik. Az elsőnél elektronikus szintfigyelés történik, mágnes-szelepes vízadagolással, és a vízmennyiségeket billenőedény méri. Sémája a 4b. ábrán látható. Működési elve

a következő: az *E* elektronika fix beállítású érzékelő tűskével figyeli a vízszintet. Ha a vízszint nem éri el az érzékelő tűskét, megnyitja az *Sz* mágnesszelepet, amely víztartályból vagy vízhálózatból a *BE*<sub>1</sub> billenőedényes mérőn keresztül mindaddig adagolja a vizet, amíg a vízfelszín ismét el nem éri az érzékelő tűskét. A csapadékot a túlfolyón keresztül a *BE*<sub>2</sub> billenőedény méri. A billenőedényekre szerelt permanens mágnes minden ürítéskor működteti az *E* érintkezőt és egy impulzust kelt, amely adatgyűjtővel vagy számláló jelfogóval számlálható. Minden egyes impulzushoz pontosan definiált vízmennyiség tartozik. Az adagoló edény nagyságának megválasztásával az



5. ábra : Billenőedényes párolgásmérő 1. Párolgásmérő kád, 2. Számláló jelfogó, BEA: Billenőedényes adagolóval ellátott szinttartó edény, BE: Billenőedényes mérőmű a túlfolyó víz mérésére



6. ábra : Billenőedényes vízszinttartó 1. Ikerbillenőedény, 2. Állítható útköző, 3. Csőcsonk, 4. Csatlakozóső a tenyészedényhez, 5. Szinttartó túlfolyócső, 6. Reed-relé, 7. Permanens mágnes

elpárolgott víz mennyiségének mérése elvileg ezred mm pontossáig is finomítható.

Az előbbihez hasonlóan működik az 5. ábrán látható mérőrendszer is. Ennél a megoldásnál a vízszinttartást a *BEA* billenőedényes adagolóval ellátott „etető edény” végzi. Hálózathoz vagy tartályból a várható maximális párolgásnál több vizet eresztünk az etető edénybe, és ennek mennyiségét pontosan megmérjük billenőedényes módszerrel. A többlet víz a túlfolyócsövön keresztül távozik; ilyen módon a vízszinttartás pontos és megbízható. Természetesen a túlfolyón eltávozó víz mennyiségét is megméri a *BE* jelű billenőedényes mérő, a befolyó víz méréséhez hasonlóan. A különbség egyenlő az elpárolgott víz mennyiségével. Könnyen belátható, hogy a tenyészedénybe, illetve párolgásmérőbe hulló csapadék szintén a túlfolyón keresztül távozik, és értéke hozzáadódik a „túletetés” miatt levonandó víz mennyiségéhez. Ennek a mérési módszernek nagy előnye, hogy nem tartalmaz elektronikus vízszintfigyelő áramkört és mágnesszelepet, a hibalehetőségek száma így kisebb. Mivel az egész berendezés egyszerű kialakítású, ezért valószínűleg hosszú ideig zavarmentesen üzemeltethető.

Hátránya e megoldásnak, hogy a rendszeren a várható maximális párolgási vízvesztésnél több vizet kell átfolyatni a folyamatos túlfolyás érdekében. Ez azt jelenti, hogy pl. 5 m<sup>3</sup>-es tenyészedény esetében, maximálisan 10 mm napi párolgást figyelembe véve, 50 liter víz/nap vízadagolást kell beállítani.

A GGI méretű párolgásmérőknél ez a mennyiség már csak 3 liter/nap víz-felhasználást jelent.

Az el nem párolgó víz elvezetéséről természetesen gondoskodni kell. A víz-felhasználás csökkentése céljából a vízmennyiség vissza is vezethető újbóli felhasználásra a víztároló tartályba. A rendszer vízellátását azért célszerű víztároló tartály segítségével megoldani, mert így az esetleges vízellátási zavarok esetén is biztosítható a zavartalan működés, továbbá a vízadagolás is könnyebben beállítható a kívánt értékűre, mint hálózati közvetlen csatlakozás esetén.

A billenőedényes párolgásmérő berendezés elektronikus része a szarvasi agrometeorológiai obszervatóriumban készült, a vízadagoló iker billenőedény pedig, amelynek vázlatos rajzát a 6. ábra mutatja be, a Viljamsz Intézetben (Szovjetunió). A párolgásmérő berendezés mechanikus részének működési elvét a következőkben ismertetjük.

Az iker billenőedény (1) szimmetriája az ütközőkön (2) pontosan beállítható, és szabályozható bizonyos határok között az ürített víz mennyisége is. A felső csőcsomók (3) a víz bevitelére, az alsó kettő közül a 4-es számú az „etető” (= a tenyészedenyt tápláló) csőhöz való csatlakozásra, az 5-ös számú pedig a szinttartó túlfolyócsőül szolgál. A billenőedényre szerelt és azzal elmozduló permanens mágnes (7) a Reed-relét (6) működteti. Ez a mérőműszer, amint azt a mintapéldány is igazolja, egyszerű kivitelű, viszonylag könnyen elkészíthető és megbízható működésű.

A billenőedény 30 ml-enként ürít. Ezzel az értékkel számolva a GGI méretű kádaknál 0,1 mm, az „A” típusú kádánál 0,03 mm, míg az 5 m<sup>2</sup>-es tenyészedenynél 0,006 mm az elméletileg elérhető felbontás. A teljes rendszer mérési hibája természetesen ennél magasabb.

A billenőedény működési sebessége meghaladja az 1 ürítés/s értéket, ami percenként 1,8 liter, óránként 128 liter vízmennyiség pontos mérését teszi lehetővé. A billenőedény az „A” kádánál 120 mm/óra, a 4 m<sup>2</sup>-es tenyészedenynél 30 mm/óra csapadékmennyiség, illetve párolgás mérésére alkalmas a fenti pontossággal.

A műszer kísérleti példányát Szarvason állítottuk üzembe. Ha a próbaüzem igazolja várakozásainkat, akkor lehetővé válik kutatóállomásainkon a párolgás dinamikájának feltárása rövid időszakokra (napi menet), valamint a digitális adatgyűjtés, s egyúttal a korszerű számítógépes feldolgozás is.

#### IRODALOM

- Antal E.: 1966: Egyes mezőgazdasági növényállományok potenciális evapotranspirációja. *Öntözéses gazdálkodás*, IV. 69–86. old.
- Cernusca, A. und G., 1976.: Ein automatischer Wasserstands-Niveaugeber für die elektrische Messung von Verdunstung, Evapotranspiration oder Niederschlag. *Wetter und Leben Zeitschrift für Angewandte Meteorologie*, Jahrgang 28, Heft 1.
- Dunay S., 1968 a: Az „A” típusú párolgásmérők hibái. *Beszámoló az 1967-ben...*, OMI Hiv. Kiadv. XXXIV. kötet, 384–392. old. Bpest.
- Dunay S., 1968 b: Az új terminusidők okozta változás a párolgás értékeiben. *Beszámoló az 1967-ben...*, OMI Hiv. Kiadv. XXXIV. kötet, 393–396. o. Bpest.
- Galló V.—Posza I.: Összefüggés a párolgásmérő kádak energiaháztartása és evaporációja között. *Beszámoló az 1978-ban...*, OMSZ Hiv. Kiadv. LXVIII. kötet, Bpest.
- Karácsony J.—Kozma F., 1977: Mechanikus párolgásregisztráló műszer és az első mérési eredmények. *Beszámoló az 1973-ban...*, OMSZ Hiv. Kiadv. XLIII. kötet, Bpest.
- Thornthwaite, G. W. and Mather, J. R., 1955: The water balance. Drexel Inst. Techn. Lab. Clim., *Publikations in Climatology*, VIII. 1.

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 4. szám. 1979. július—augusztus  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service. Vol. 83 No 4. July—August 1979. Budapest*

## Csapadékkeltési kísérletsorozat Spanyolországban

WIRTH ENDRE, Országos Meteorológiai Szolgálat, Pécs

A Meteorológiai Világszervezet — hosszú története során első ízben — a VII. Meteorológiai Világkongresszuson (1975-ben) járult hozzá ahhoz, hogy égisze alatt időjárásmodosító programot hajtsanak végre. Ugyanakkor határozták el azt is, hogy e program első és legfontosabb mozzanata a *csapadék mennyiségének megnövelésére* irányuló kísérlet lesz. A tervet Precipitation Enhancement Project-nek (PEP) nevezték el. Ennek fontos lépése volt az az előadás és megbeszélésorozat, amit 1979. III. 12–23. között rendeztek a kísérlet színhelyén fekvő Valladolid városában (és amelyen e sorok írója is részt vett).

### *A PEP előzményei*

A VII. kongresszus egyetértett abban, hogy — közel 30 évi kísérletezés után, melyet a különböző országokban váltakozó intenzitással és sikerrel folytattak — a WMO-nak aktívabb szerepet kell vállalnia az időjárásmodosítás területén. Ennek fő oka volt a tagországok egyre sürgetőbb kérése, hogy a legilletékesebb forrásból kapják meg a kísérletekhez szükséges információkat és tanácsokat. Egyetértettek abban is, hogy bár az időjárásmodosítás céljai különbözők lehetnek — pl. jégesőelhárítás, ködoszlatás stb. — jelenleg a csapadék mennyiségének a megnövelése látszik a leginkább sürgető feladatnak.

A kongresszuson az az általános vélemény alakult ki, hogy a csapadékmennyiség megnövelésének lehetőségét legjobban egy nemzetközileg megtervezett, végrehajtott és tudományosan kiértékelt kísérletsorozat képes bizonyítani. Annak érdekében, hogy a levont következtetéseket a szakma széles köreiből elfogadják, a kongresszus hangsúlyozta, hogy a kísérletet maximális gondossággal kell előkészíteni, lefolytatni és elemezni. A kísérletnek ezenkívül elegendően hosszú ideig kell tartania azért, hogy a csapadékmennyiségek természetes változékonyságának „zajában” a mesterséges beavatkozások okozta hatások statisztikailag meggyőző módon legyenek kimutathatók.

Ezért a PEP kezdeti fázisában a felhők előfordulásának, dinamikai és mikrofizikai jellegzetességeinek, továbbá a talajra hulló csapadék mennyiségének részletes elemzésére van szükség. Ez nemcsak a kísérlet színterének helyes kiválasztását erősíti meg, hanem alapot nyújt arra, hogy a tagországok megítélhessék a csapadékkeltésre vonatkozó saját lehetőségeiket is.

Ezek a megállapítások voltak a PEP létrehozásának és az „Executive Committee Panel” ezután következő tevékenységének az alapjai. A Panel tagjai közé a legjobb szakembereket hívták meg annak érdekében, hogy a „Project” minden lehetséges szakmai kihatását körültekintően megvizs-

gálva, a szakmai ismeretek és a technika jelenlegi szintjén elérhető optimális döntés születéséig.

Az előkészítés éve folyamán nemcsak a Panel tagjai tartottak üléseket, hanem a különböző területek — hidrológia, repülőgép-műszerezettség, magvasító anyagok, környezeti hatások stb. — ismert művelőit is többször összehívták. Erre azért volt szükség, hogy a PEP speciális aspektusai is kellő súllyal szerepeljenek. A tanácskozások eredményeit az 1976–79. közötti időszakban 11 db. „WMO-PEP” dokumentumban rögzítették.

### *A PEP fázisai*

A PEP első általános leírását a 3. sz. PEP-Report tartalmazza, amelynek címe: Plan for the Precipitation Enhancement Project”. Ez a PEP-et három fázisra osztotta:

- A helykiválasztás és előkészítés időszakára (Site Selection Phase)
- A csapadék mennyiségének növelésére irányuló kísérletre (PEP) és
- Az értékelés periódusára.

A dokumentum szerint a kísérleteket: a túlhűlt felhők, ill. felhőrendszerek magvasítását *ezüstjoddiddal* hajtják végre, a jégfázis kialakulásának, ill. elterjedésének meggyorsításával annak érdekében, hogy megindítsák (ill. megerősítsék) a csapadékképződés mechanizmusát. A beavatkozásokat *repülőgéppel* végzik.

A PEP alapvető jellegzetessége lesz a „randomizáció”: a kísérletek véletlenszerű végrehajtása előre meghatározott környezeti feltételek teljesülése esetén. Az eredményeket elsősorban a csapadékmérő hálózat adatai alapján kívánják értékelni, de a statisztikai elemzést fizikai megfigyelésekkel, ill. mérésekkel támasztják alá, melyek lehetővé teszik az alkalmazott

módszerek hasznosítását más országokban is.

### *A helykiválasztás és előkészítés időszaka*

A PEP helyszínét három szakaszban, fokozatos megközelítéssel — illetve kizárásos alapon — választották ki.

Az *első szelekciót*, a WMO-tagországoknak megküldött előzetes kérdőívnek a válaszai alapján hajtották végre.

Igy a javasolt 18 helyszín közül hatot választottak ki az alábbi kritériumok alapján:

- A helyszín fizikai jellegzetességei (topográfiaja, homogenitása stb.),
- A csapadék főbb jellegzetességei (évi összeg, a csapadékos évszak hossza, a szilárd-folyékony csapadékok aránya stb.),
- A meteorológiai adatok összessége (a mérések hossza, a csapadékmérők területi sűrűsége, a rendelkezésre álló egyéb adatok fajtái stb.),
- Egyéb lehetőségek (műszerpark, hírközlés, repülési körülmények, munkafeltételek stb.).

Részletesebben ezek után azonos helyszínekkel foglalkoztak, ahol (legalább 40 éves sorozatok alapján) a 3–4 hónapig tartó esős időszak mellett a folyékony csapadék évi mennyisége 510–700 mm volt és a területen 1000 km<sup>2</sup>-en legalább hat csapadékmérő működött.

Az évi csapadék optimális mennyiségét a következőképpen igyekeztek megbecsülni: A terméshozamokat általában akkor növeli meg a leginkább valamely adott csapadék-összeg, ha a rendelkezésre álló vízmennyiség csekély. Azonban minél kisebb a csapadék mennyisége, rendszerint annál nagyobb a változékonysága. Ekkor viszont a randomizált kísérlet hossza nemcsak a csapadékos napok kisebb száma, hanem a

csapadék nagyobb változékonysága miatt is hosszabb volna.

A második szakaszban múltbeli csapadékadatokon végzett numerikus szimulációval igyekeztek kideríteni a beavatkozások feltételezett — 10 — 20% -os hatásait. A számítógépes kísérleteket az ACSIRO (Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) futtatta és az eredmények döntően befolyásolták a tényleges hely kiválasztást. (A téma részletesebb magyarázatát lásd pl.: *Bánkövi — Wirth*, 1968).

Az utolsó szakaszban kutatócsoportok helyszíni szemléire került sor, amelyeket egyéb klimatológiai és szinoptikai vizsgálatokkal kapcsoltak össze. Így a lehetséges területek számát kettőre: Spanyolországra és Ausztráliára sikerült redukálni. Ez utóbbit részint a nagy földrajzi távolság, részint az állami támogatás hiánya miatt vetették el. Így 1977-ben véglegesen az ibériai félsziget egyik fennsíkját választották a következő indokok alapján:

1. A csapadékadatokon végzett statisztikai szimulációs kísérletek eredményei kielégítőek voltak.

2. Az adatok és az alapvető meteorológiai és szakmai feltételek (ill. egyéb, pl. repülési lehetőségek) kielégítették a követelményeket.

3. A kísérleti terület földrajzilag egységes volt.

A harmadik fázisban (ami 1979 — 80 első feléveiben zajlik) a részletes helyszíni, „mikro”-, és mezoskálájú vizsgálatokra kerül sor. Ezeket repülőgépes laboratóriumokkal, rádiólokátorral, műhold-megfigyelésekkel és sok egyéb, speciális csapadékfizikai mérőműszer (pl. automatikus cseppspektrum regisztráló) segítségével hajtják végre. Az eredményektől — melyek kiértékelését az amerikai csoport által Valladolidba szállított nagyteljesítményű számítógéppel folytatják) — végleges választ várnak arra a kérdésre, hogy a kiválasztott körzet alkal-

mas-e a felhők módosítására és az eredmények milyen mértékben használhatóak más területeken.

### *A kísérlet lebonyolítása*

Magát a PEP-et az előzőkben ismertett, „feltáró” (exploratory) szakasz eredményei alapján fogják lebonyolítani. Bár természetesen ezek az eredmények még nem ismeretesek, a Panel máris tett néhány előzetes megállapítást, melyek körvonalazzák a kísérlet kereteit. Ilyenek a következők:

— Annak a technikának a tesztelése, amellyel a túlhűlt felhők Bergeron-féle csapadék keletkezési mechanizmusát működésbe hozzák (vagy erősítik) a csapadék mennyiségének növelése érdekében.

— Ezt a célt repülőgépes (esetleg talajgenerátoros) ezüstjodid-diszpergálással érik el. Felteszik, hogy a „magvasítás” hatást gyakorol mind a felhő kolloid stabilitására, mind azok dinamikai állapotára.

— A közvetlenül „érintett” (target) terület kb.  $10^4$  km<sup>2</sup>; a teljes kísérleti terület (ami részben kontrollként, részben a mellékhatások tanulmányozására szolgál) kb.  $5 \cdot 10^5$  km<sup>2</sup>.

— A kísérlet időtartama öt év, ami elegendőnek látszik a 10 — 20%-os változások statisztikailag szignifikáns kimutatására.

— A magvasítás hatását talajmenti csapadék megfigyelésekkel értékelik, amihez azonban a jelenleginél sűrűbb mérőhálózatot kell kialakítani.

— A randomizálási periódus — a kísérleti egység — 24 óra lesz.

A céloknak megfelelően a PEP nemcsak statisztikai eredményeket, hanem számos mikro- és mezoléptékű, fizikai jellegű mérési eredményt is fog szolgáltatni.

Ezek száma túlságosan nagy ahhoz, hogy felsorolásukat megkíséreljük; a jégrezecske típusa, koncentrációja, a felhőalap és a felhőcsúcs hőmérsék-

lete, magassága, a folyékony és szilárd víztartalom, a felhőn belüli cseppméret eloszlások, a radar reflektivitási értékek stb., stb. érdekességképpen mégis megemlíthetők.

Az említett (és számos egyéb) fizikai mérés nemcsak a statisztikai próbák hatékonyságát (illetve szignifikanciáját) növeli, hanem pl. a magvasítás és a rákövetkező csapadék között fennálló okozati összefüggés felderítésére is nélkülözhetetlen.

### *A PEP értékelése*

A PEP értékelése a kísérlet teljes lebonyolítása után, 1986 vagy 87-ben kb. egy évet vesz igénybe. Ez a tevékenység természetesen magától a PEP-től függ, amelynek operatív aspektusait – pl. a magvasítási stratégiát – a jelenleg is folyó mérési-előkészítési időszakban dolgozzák ki. Így erre részletes tervek csak a következő években várhatók.

**MÁHR JENŐ — VARGA-HASZONITS ZOLTÁN: Az időjárás előrejelzése és a mindennapi élet.** Gondolat Könyvkiadó, Budapest 1978. 212 A/5 old. + 32 mell. Ára 27,— Ft.

Csinos kiállítású könyvecske vonta magára figyelmünket a könyvesboltok kirakatában az elmúlt 1978-as, szeszélyes időjárású esztendőben. Az idősebb korosztályhoz tartozó meteorológus számára ismerősnek tűnt a cím („Az időjárás és a mindennapi élet” — *Aujesky* László műve, a Term. Tud. Társulat kiadása, 1933); ám a kettős szerzőt látva csak fokozódó érdeklődéssel vettük kézbe a kis kötetet: Valóban új, s két, félig-meddig „elsőkönyves” szerző művével van dolgunk. Első átlapozásra is azonnal megállapíthatóan olyan művel, amelynek a mai mindennapi élettel, a társadalmi termeléssel, a korszerű gazdaságirányítással, sőt a népgazdaság valamennyi ágában az irányítók, a döntésekért, tervteljesítésért felelősök mindennapi élete számára van nagyon is elgondolkodtató s megszívlelendő mondanivalója.

Elgondolkodtatónak kell minősítenünk ezt a mondanivalót — első renden. Mert végigolvasva a könyv *igazi* mondanivalóját bevezetni hivatott I. részt (*Varga-Haszonits* Zoltán munkája), amely a maga 133 oldalán végigvezet a légkör összetételétől és szerkezetének ismertetésétől kezdve a légkörben lejátszódó, s egymással állandó kölcsönhatásban változó fizikai folyamatok rendszerén, önkéntelenül el kell gondolkodnunk azon, mily göröngyös utat kellett s kell még megtennünk a megfigyelések (radar, műhold), s az elméleti és gyakorlati ismeretszerzés útján avégből, hogy valóságos, hű képet kapjunk a légkör tartományaiban végbemenő folyamatokról, s megismerjük törvényszerűségeiket. S mindezt azért, hogy mind pontosabban lehessen előrejelezni az ember minden munkáját és tevékenységét még ma is közvetve vagy közvetlenül elősegítő vagy hátráltató időjárását.

Másodszor a népgazdaság különböző szektoraiban tevékenykedő, döntésre hivatott, s megbízható előrejelzéseket igénylők részéről érezzük megszívlelendőnek mi, meteorológusok a könyvecske II. részében *Máhr Jenő* által elmondottakat az időjárás előrejelzéséről: egyfelől a szinoptikus meteorológiát kiszolgáló, az egész Föld légkörére irányuló, hatalmas megfigyelő és jelentő rendszerről, másfelől az egy-egy földrésznyi terület egyidejű időjárását vizsgáló, ezen belül a nagytérben uralkodó időjárási folyamatokat elemző, s a légkörben folyó változásokat figyelemmel kísérő szinoptikus meteorológiai munkáról. Arról a tengernyi információt feldolgozó, analizáló, valamint diagnosztizáló munkáról, amelynek „végeredménye” az előrejelzés; annak megfogalmazása: mi *várható* pár órán, 1—2 napon, sőt *x* valószínűséggel 1—2 héten belül. A gyakorlat már régen megmutatta, hogy a speciális igényt kielégítő, jó előrejelzésnek — a döntési alternatívák helyes kiválasztásával — igen nagy a gazdasági haszna. S a televízió „öt perc meteorológiá”-jából jól ismert szerzőnek itt célja a meteorológiának erről a területéről olyan áttekintés nyújtása, amely *nemcsak fölkelti a figyelmet, hanem amely számos módszer bemutatásával segítséget is jelent a népgazdaság különböző területein dolgozó szakemberek számára gazdasági döntéseik meghozatalában.* Együttérzünk a szerzővel, aki ezt a feladatot nemcsak érdekesnek és izgalmasnak tartja, de legalább annyira „veszélyesnek” is érzi, hiszen nem tagadható, mily bőven akad buktató egy-egy tudományterület népszerűsítése, a Szerzővel hangsúlyozva: „*hasznosító* népszerűsítése” során.

Az időjárás alakulásáról — érthetően — mindenki beszél, véleményt formál, sőt nem kevesen egyéni módszereket is dolgoznak ki az időjárás hosszabb-rövidebb idejű előrejelzésére, anélkül, hogy abban a helyzetben lennének, valójában megalapozott véleményt alakíthatnának ki.

Kellett ez a könyv. Meggyőződésünk, hogy nem elég csak ülni és beszélni egy tudomány időszerű kérdéseiről, hanem be kell mutatni az ilyen hatalmas, nemzetközi együttműködéssel dolgozó tudományos apparátus nyújtotta előrejelzések létrejöttét és információtartamukat, az információnyereséget, az előrejelzések figyelembevételének, felhasználásának módját a gazdaság irányításában. Ezért merjük javallani, hogy e könyvecskének az utolsó 40—50 oldalát a manapság egyre több szinten megrendezett *vezetőképző tanfolyamokon tanítani kellene.*

Ezzel távolról sem mondjuk, hogy nem érzünk semmi javítani valót a könyv egészét tekintve. Stílusa bizony itt-ott nehézkes, „népszerűsítő” művekben nem a legelőnyösebb. Főleg az első rész ábrái — javarészt meg nem nevezett régebbi, illusztris szerző tankönyvéből átvéve — gondosabb beillesztést érdemelt volna. Am recenzióknak sem vár feltétlen egyetértést. Abban azonban igen, hogy föltétlen erénye a szerzőknek: nem akarnak illúziókat táplálni az olvasóban. Korrekt, tiszteltreméltóan tárgyilagos az állásfoglalásuk, s úgy érezzük, ezt ide is kell iktatnunk: „Természetesen a legkedvezőbb az lenne — írják —, ha rendszeresen kategorikus meteorológiai előrejelzéseket lehetne adni. Azaz olyan meteorológiai előrejelzéseket, amikor teljes bizonyossággal várható, hogy az előrejelzett jelenség az előrejelzett időpontban, az előrejelzett intenzitással, az előrejelzett helyen lép fel. Sajnos, ilyen előrejelzésre csak ritkán van lehetőség. Rendelkezésre állnak viszont olyan előrejelzések, amelyek egyes jelenségek meghatározott valószínűséggel való bekövetkezését prognosztizálják, s ezek ésszerű kockázatvállalást tesznek lehetővé a döntést hozó számára, amint azt bemutatott példáink is bizonyítják.” (203. old.)

S amik egyúttal a szerzők által javasoltak hitelét is megalapozzák.

Kakas József

ГАНДИН, Л. С. (ред): **Практикум по численным методам прогноза погоды** (*Numerikus prognosztikai gyakorlatok*). Leningrád, Gidrometizdat, 1978. 216 old.

A *Leningrádi Hidrometeorológiai Főiskola* nemzetközileg elismert szerzői kollektívája *L. Sz. Gandin* professzor vezetésével olyan numerikus prognosztikai példátartat hozott létre, amelynek elsődleges célja az operatív meteorológiai információk számítógépes feldolgozásával ismerkedő egyetemi hallgatók munkájának megkönnyítése. Ismeretesek egy ilyen példatár összeállításának szakmai és didaktikai nehézségei: ésszerű kompromisszumot kell találni a meteorológiai adatok előzetes feldolgozásában, analízisben és a numerikus előrejelzésben, ill. modellezésben alkalmazott bonyolult elméleti és numerikus matematikai apparátus realizálása, valamint az oktatás lehetőségeiből adódó tényezők (számítástechnikai háttér, a hallgatók előképzettsége, terhelhetősége stb.) között. Ennek megfelelően a szerzőgárda által összeállított példatár — minimumfeladatként — a hallgatók numerikus prognosztikai *feladatmegoldó készségének fejlesztését*, a gyakorlati feladatok algoritmikus megfogalmazására való törekvés igényét és a bonyolult prognosztikai modellek *elemeinek* realizálását szolgálja.

A könyv — az előszó és a jelölések listája mellett — kilenc fejezetből áll, amelyekhez a válaszok és a megoldások, a hasznos tudnivalókat tartalmazó függelékek és az irodalomjegyzék csatlakoznak.

Az első fejezet a meteorológiai mezők differenciális karakterisztikáinak meghatározására vonatkozó alapfeladatokat tartalmazza. *Reális légköri adatok* alapján kell becsülni az örvényesség, a divergencia és a deformációs tenzor komponenseinek nagyságát, geopotenciál adatok alapján kell kiszámítani a geosztrofikus örvényesség értékét. Az itt szereplő — teljesen elemi jellegű — feladatok a későbbiekben tárgyalandó bonyolultabb modellek megalapozását képezik.

A második fejezetben a meteorológiai mezők statisztikai szerkezetére vonatkozó példákat találhatunk. Mivel az egyetemi hallgatóknak ritkán van lehetőségük nagy mennyiségű adattal tömeges számítások elvégzésére, a fejezetben szereplő feladatok alapvetően analitikus jellegűek és a korrelációs függvények approximációjára, a geosztrofikus szél komponensei korrelációs függvényének származtatására, valamint a légköri dinamika egyenleteinek nagyságrendi analízisére vonatkoznak.

A numerikus prognosztikai modellek realizálásakor elkerülhetetlen olyan alapfeladatok megoldása, mint a térképzésből származó torzítási tényező figyelembevétele, valamint — az általánosan használt — derékszögű koordináta-rendszer kitűzése pl. sztereografikus vetületű térképeken. Már elvi jelentőségű a felszín egyenletlenségeihez, ill. a légköri folyamatok fizikai természetéhez igazodó *vertikális koordináták* alkalmazása és a megfelelő transzformációs egyenletek származtatása. Ezen témakörök egyszerű feladatai a harmadik fejezetben szerepelnek.

A negyedik fejezet a *kvázigeosztrofikus prognosztikai modellek* jellemző feladataival foglalkozik. A tehetetlenségi (Rossby-féle) hullámok fázis- és csoportsebességének, valamint a hullámok más paramétereinek meghatározására vonatkozó példák vezetnek be a fejezetet. Gazdag példanyag vonatkozik a barotróp örvényességi egyenlet hatásfüggvényekkel és iterációs eljárásokkal történő megoldására és az időbeli véges-differencia sémák alkalmazására. Az integrális invariánsok (átlagos kinetikus energia és átlagos enstrofia) meghatározása elősegíti a légköri folyamatok integrális mérlegének jobb megértését. A fejezetet záró — a baroklin kvázigeosztrofikus modelleknek szentelt — pont igényesebb feladatai a numerikus modellezés közvetlen gyakorlatába vezetnek át.

Az ötödik fejezet a *nem geosztrofikus prognosztikai modelleket* tárgyalja. Bevezető részében egy fontos feladatkör, a balansz-egyenlet ellipticitásának kérdése szerepel, amely közvetlenül kapcsolódik az áramfüggvények a divergencia egyenletből történő meghatározásához, majd a geopotenciálnak az áramfüggvény értékei segítségével történő előállításához. Végül az ageosztrofikus barotróp modellek révén kerülnek sorra az eltolt-rácsok kérdéseit érintő feladatok.

A hatodik fejezet feladatai a sebesség vertikális összetevőjére, a turbulens viszkozitás és orografikus akadályok által létrehozott vertikális sebesség-komponensekre vonatkoznak.

A numerikus modellezés és prognosztika gyakorlatában a kiindulási mezők rácsponthelyi értékeit interpolációval állítjuk elő. A polinomiális és optimális interpoláció egyes lépéseire vonatkozó feladatok képezik a hetedik fejezet tárgyát. Itt külön didaktikai hangsúlyt kapnak az állomások kölcsönös elhelyezkedéséből, az ún. árnyékolási hatásból eredő problémákra vonatkozó példák.

Minden meteorológiai tevékenységnek szerves részét képezi a beérkezett mérési eredmények rendszerezése, ellenőrzése és esetleges javítása. Ez a helyzet az operatív numerikus prognosztikában is, ahol a kiindulási adatokat automatikus (számítógépes) ellenőrzésnek vetik alá. A nyolcadik fejezet első részében a sztatika alapegyenletének ellenőrzési feladatokra való alkalmazására találunk példákat, a fejezet többi részében pedig az optimális interpoláció módszerének vertikális és horizontális kontrollra módosított változata nyer alkalmazást, majd az ellenőrzési eljárások szintézisével lehetővé válik a kiindulási információ részletes ellenőrzése és javítása.

A kilencedik fejezet feladatai segítségével sok hasznos gyakorlati fogást (izovonalak számítógépes rajzolása, előrejelzések beválási kritériumainak számítása, geosztrófikus szélmezőben részecskek trajektóriáinak meghatározása) példák segítségével ismerhetünk fel.

A példatár terjedelmileg is jelentős részét ölelik fel a feladatok és megoldások. Bár a nehezebb feladatoknál azonnali útmutató könnyíti a megoldást, a gyakran blokkdiagram vagy számítógépes program formájában megfogalmazott válaszok révén a hallgató egészen közel kerül a meteorológia ezen ágának metodikai fogásaihoz.

A feladatgyűjtemény teljességéhez a két függelék lényegesen hozzájárul. Egyrészt fontos fizikai állandókat, adatokat tartalmaznak, másrészt olyan részletes leírást adnak a Szovjetunióban nagyon elterjedt és az oktatásban általánosan használt M-20 típusú számítógépről és annak operációs rendszeréről, hogy az ALGOL programozási nyelv ismeretében (ez külön szemeszter tárgyát képezi) azonnal megkezdhető a feladatok számítógépes megoldása.

Az irodalomjegyzék — hét hivatkozással — csak a közvetlenül felhasználható tankönyvek felsorolására szorítkozik.

Nem kétséges, hogy az új szovjet meteorológiai oktatás szemléletében szakmailag és didaktikailag egyaránt igényesen összeállított példatár megérdemli a magyar egyetemi oktatók és hallgatók figyelmét.

*Dévényi Dezső*

**ЗАЙЦЕВ, В. А. — А. А. ЛЕДОХОВИЧ: Приборы для исследования туманов и облаков и измерение влажности** (*Műszerek a ködök és felhők kutatására és a légnedvesség mérésére*). Gidrometeoizdat, Leningrád, 1970. 256 oldal, 103 ábra, 45 táblázat a szövegben és külön 23 oldal táblázatmelléklet.

A Szovjetunióban a ködök műszeres kutatása már 1934-ben, a felhők pedig 1939-ben megindult. A könyv a jelenleg használt felhőfizikai műszerek ismertetésével foglalkozik, külön kitér a mesterséges ködök problémáira, a természetes eredetű ködök szétesztetésének kérdéseire, valamint a légnedvesség pozitív és negatív hőmérsékleteken való mérésére. Ismerteti a műszerek kalibrálására használt eljárásokat is. Tárgyalja azt a hatást, amelyet a felhők folyékony víztartalma a légsugárhajtású repülőgépek motorjaira kifejt. Részletesen foglalkozik egy új kondenzációs típusú termohigrométerrel, amely a levegő hőmérsékletének és nedvességtartalmának egyidejű mérésére szolgál a szélsőséges hőmérsékleti tartományokban, úgymint +50 és +70 Celsius-fok között, valamint —50 és —60 Celsius-fok között. A könyv különös figyelmet szentel a felhőfizikusok műszertani igényeinek, akik mesterséges időbefolyásolási kísérletekkel foglalkoznak.

*1. fejezet:* Műszerek a repülőgépről végzett felhőkutatások számára (beleértve azokat a műszereket is, amelyek a felhő környezetének vizsgálatára szolgálnak). *2. fejezet:* Műszerek a természetes és mesterséges eredetű ködök komplex módon való vizsgálatára, (külön pontban foglalkozik a hófelszín közelében végzett nedvességmérés problémájával). *3. fejezet:* A felhők és a szabad légkör műszeres kutatásának néhány eredménye. Ez a fejezet a következő problémákat tartalmazza: Villamos töltésű és semleges cseppfolyósodási magvak töménységeloszlása a felhőkben és a felhőkön kívüli térben; a vízecseppek eloszlása a függőleges típusú felhőkben; a felhők víztartalmára vonatkozó mérések eredményei; a felhővíz hatása a légsugárhajtású repülőgépekre; függőleges légáramlások a talajközeli levegőrétegben; hőmérsékleti oszcilláció a felhőkben, a szabad légkörben és a talajközeli rétegben; hőmérsékletmérés a szabad légkörben. *4. fejezet:* A műszerek kalibrálása és működésük ellenőrzése.

A munka függelékéből kiemeljük a vízgőz telítési nyomásainak korszerű táblázatát (232—237. oldal), amely tizedfokos hőmérsékleti közökre adja meg a millibárokban kifejezett telítési nyomást mínusz 79 foktól plusz 100 fokig terjedő tartományra.

A munkához csatolt irodalmi jegyzék 147 szovjet és külföldi hivatkozást tartalmaz.

*Aujeszký László*

## A METEOROLÓGIAI VILÁGSZERVEZET VIII. KONGRESSZUSA

A Meteorológiai Világszervezet (WMO) legfelsőbb szerve, a kongresszus – mint ismeretes – négy évenként ül össze Genfben, a szervezet székhelyén, hogy a Világszervezet tevékenységének fő irányvonalait a következő négyéves időszakra megszabja.

A VIII. meteorológiai világkongresszus 1979. április 30. és május 26. között zajlott le a genfi nemzetközi konferencia-központ épületében, közel ötszáz résztvevővel. A WMO 149 tagja közül 129 küldöttei, valamint 30 nemzetközi szervezet képviselői és meghívott szakértők voltak jelen. Az ünnepélyes megnyitón a vendéglátó ország részéről *H. Hürlimann*, a Svájci Államszövetség elnöke üdvözölte a résztvevőket.

A Magyar Népköztársaságot négytagú küldöttség képviselte: *Czelnai Rudolf*, az OMSZ elnöke, a küldöttség vezetője, *Tölgyesi István*, az OMSZ csoportvezetője, *Starosolszky Ödön*, az OVH VITUKI II., Vízépítési Intézetének vezetője és *Lakatos András*, a genfi magyar misszió harmadtitkára.

A plenáris ülésen a WMO általános szabályzatának megfelelően a Világszervezet elnöke, *M. F. Taha* (Egyiptom) elnökölt. A napirendi pontok többségének részletes megvitatása két munkabizottságban, illetve az ezek által létrehozott albizottságokban folyt le. Az általános, pénzügyi és jogi kérdésekkel, valamint a szakmai együttműködés, oktatás és képzés problémáival foglalkozó munkabizottság elnöke *E. Lingelbach* (NSZK), a tudományos és szakmai témákat, s az 1980–1983-as időszak költségvetését tárgyaló bizottság elnöke pedig *C. A. Abayomi* (Nigéria) volt. Ez utóbbi munkabizottság alelnökévé *Czelnai Rudolfot*, az MNK Meteorológiai Szolgálatának elnökét választották, aki így néhány igen fontos tudományos kérdés (pl. a közös WMO/ICSU ún. *globális légkörkutatósi program*, az *időjárás módosítási program* stb.) tárgyalásánál elnökölt.

Az alábbiakban röviden ismertetjük a kongresszus döntéseit, a napirendi pontok sorrendjében.

### I. Tudományos és szakmai programok

*Meteorológiai világszolgálat (WWW)*. Míg a kongresszus hangsúlyozta, hogy ez a világ-

szervezet alapvető fontosságú programja, amelyre az egyéb programok végrehajtásához is elengedhetetlenül szükség van, azt is meg kellett állapítania, hogy a WWW fejlődése az utóbbi években elmaradt a tervezettől, főleg a tagországok gazdasági-pénzügyi nehézségei miatt. Ezért a WWW-ról hozott határozatok különleges hangsúllyal hívják fel a WMO tagjait az 1980–1983-as időszakra elfogadott WWW-terv megvalósítására. A terv új vonása, hogy a korábbiaknál konkrétabb módon határozza meg a rendszer fő összetevőin, elsősorban a *globális megfigyelési és távközlési rendszereken* belül elérendő célokat (pl. megadja az újonnan létesítendő zsinoptikus állomások és távközlési vonalak számát).

Hosszú vita folyt arról, hogy mi legyen a szélesebbésség jellemzésére szolgáló hivatalos WMO-egység. Már 12 éve érvényben van ui. egy olyan kongresszusi határozat, amely elvben a *m/s* egységes bevezetését célozza, ezt azonban mindeddig nem sikerült megvalósítani; elsősorban azért, mert a Nemzetközi Polgári Repülési Szervezet (ICAO) a *csofó* használatát elengedhetetlennek tartotta. Az ügy most tovább bonyolódott azzal, hogy az ICAO a *km/h* egység általános bevezetését vette tervbe. A résztvevők nagy többsége egyetértett abban, hogy egyetlen egységet kell használni a nemzetközi operatív adatszerében, ezért a kérdést a WMO illetékes testületei az ICAO-val és más nemzetközi szervezettel együtt tovább tanulmányozzák.

A légnyomás egységével kapcsolatban egyértelmű döntés született: Mind az operatív, mind pedig a kutatómunkában a millibárral egyenértékű *hectopascal*-t fogadta el a kongresszus. Az új egység bevezetésének a határidejét a végrehajtó bizottság tűzi ki az ICAO-val és az érdekelt szakbizottságokkal (CAeM, CBS) történő megbeszélés után.

A meteorológiai világszolgálatlal összefüggésben tárgyalta és határozta meg a kongresszus a trópusi ciklonokkal kapcsolatos program feladatait. Ennek a programnak a keretében Japán kezdeményezésére sor kerül egy „operatív tájfun-kísérletre” (TOPEX) is a Csendes-óceán nyugati részén.

*Alkalmazási és környezeti program*. A repülési és a tengerészeti meteorológia terén a WMO folytatja hagyományos tevékenységét. Meg-

különböztetett figyelmet fordít a világ-szervezet a meteorológia mezőgazdasági alkalmazásaira és a sivatagosodás elleni védekezés támogatására. Ugyancsak hangsúlyozta a kongresszus a meteorológia fontosságát a nap- és szélenergia felhasználásának előmozdításában. Ezzel kapcsolatban sugárzási és szélesség-térképek készítését vette tervbe; a sugárzási térképek elkészítésében várhatóan döntő szerepe lesz a mi meteorológiai szolgálatunknak, és előállításában a Kartográfiai Vállalatunknak.

A kongresszus megerősítette és új határozatban rögzítette a WMO-nak előző ülésén elfogadott irányvonalát a környezetszennyeződés elleni harcban betöltendő szerepéről. Elismerését fejezte ki az ülés az OMSZ Légtérfizikai Intézetében a WMO-val és az UNEP-pel együttműködésben rendezett légszennyeződésmérés tanfolyamok jó eredményeiért is.

*Kutatási és fejlesztési program.* Ezen a fő programon belül a következő speciális kutatási programokat dolgozta ki és fogadta el a kongresszus:

- Rövid, közép- és hosszú távú előrejelzés,
- Trópusi meteorológia,
- Nap-Föld fizika meteorológiai vonatkozásai,
- Időjárásmodosítás (jégvesztéshárítás és csapadéknövelés).

A csapadéknövelési program kidolgozásának tervét már az 1975-ben tartott VII. kongresszus elfogadta. A terv szerint a végrehajtandó kísérlet és annak kiértékelése több évet vesz igénybe, és döntő szerepe lesz a mesterséges csapadékkeltés, ill. -növelés lehetőségeinek tudományos megítélésében. A VIII. kongresszus ezért különleges jelentőséget tulajdonított ennek a programnak és a WMO a legnagyobb prioritást érdemlő tevékenységei közé sorolta.

Részletes említést érdemel a WMO/ICSU *globális légkörkutató programja* (GARP). Mint ismeretes, az erről szóló egyezményt 1967-ben írták alá, s azóta ez tekinthető a WMO legnagyobb jelentőségű kutatási programjának. E program első fő célkitűzéséhez, az időjárási folyamatok alaposabb megértéséhez a kulcsot a jelenleg folyó ún. *globális időjárási kísérlet* adatai szolgáltatják; ezek tudományos kiértékelése lesz a GARP-on belül az elkövetkező évek fő feladata. A második fő célkitűzés az éghajlatot formáló tényezők jobb felderítése. Ennek megvalósítására új egyezményt köt a két szervezet (lásd az éghajlati világprogram alatt).

Meg kell még említeni, hogy a kongresszus a GARP alprogramjaként ismerte el a nagy heg ységélekedést módosító hatásának vizsgálatára tervezett kutatási programot, amelynek kísérleti részét az Alpok körzetében ALPEX néven hajtják végre az érdekelt országok.

A műszerek és megfigyelési módszerek fejlesztésének jelentőségét határozatban ismerte el az ülés.

*Éghajlati világprogram.* A megelőző, VII.

kongresszus egyik határozatában azt a feladatot tűzte a végrehajtó bizottság és a főtítkárnak elé, hogy az érdekelt más nemzetközi szervezetekkel együttműködve dolgozzon ki részletes tervet az éghajlat fokozottabb tanulmányozására. Ezt a feladatot teljesítették: Négyévi intenzív tervező munka következett, amelynek fontos állomása volt az 1979 januárjában megtartott éghajlati világkonferencia, s amelynek eredményeképp a VIII. kongresszus elfogadhatta az éghajlati világprogramot (World Climate Program, WCP), mint a WMO egyik fő programját. Ennek összetevői a következő részprogramok:

- éghajlati adatprogram,
- éghajlati alkalmazási program,
- az éghajlati hatások tanulmányozásának programja,
- az éghajlatváltozások és -változékonyság kutatásának programja.

A kongresszus hangsúlyozta, hogy bár a WCP a WMO irányításával valósul meg, az éghajlat kérdéseinek tanulmányozásában a meteorológián kívül is több tudományág is érdekelt, hatásai pedig kiterjednek az emberi tevékenység szinte minden területére. Ezért szükséges, hogy a programban más nemzetközi szervezetek (FAO, Unesco, UNEP, WHO, ICSU stb.) részt vegyenek. Az ICSU főleg az éghajlatkutató programba kapcsolódik be, az e téren megvalósítandó együttműködés részleteiről külön egyezmény jött létre a két szervezet között. Igen jelentős lesz ezenkívül az UNEP hozzájárulása az éghajlati hatások tanulmányozásának programjához.

*Hidrológiai és vízgazdálkodási program.* Határozatot fogadott el a kongresszus az operatív hidrológiai program keretében megvalósítandó *hidrológiai operatív többfeladati alprogramról* (HOMS), amelynek célja a gyakorlati munkában szervezetszerűen használt hidrológiai technológia szervezett átvitele.

A hidrológiai szolgálatok egymásközi, valamint a meteorológiai szolgálatokkal való együttműködésével kapcsolatban a kongresszus úgy döntött, hogy az *operatív hidrológiai tanácsadó bizottságot* megszünteti, illetve a *regionális bizottságok* elnökei mellé kijelölendő hidrológiai tanácsadókkal helyettesíti. Ezek a tanácsadók részt vesznek majd a végrehajtó bizottságnak olyan ülésein, ahol a hidrológiai és vízgazdálkodási programot érintő leglényegesebb kérdésekről döntenek.

A vízgazdálkodási fejlesztési programról hozott határozat az ENSZ vízügyi konferenciája határozataiból eredő kötelezettségeket, valamint a vízellátással, az energiazdálkodással és a környezetszennyeződéssel kapcsolatos hidrológiai vonatkozású feladatokat rögzíti.

Az egyik plenáris ülésen hosszú vita alakult ki arról a határozati javaslatról, amely az IMO-díj mintájára évenkénti hidrológiai díj létrehozását javasolta. Ezt a javaslatot végül a kongresszus elvetette, és úgy döntött, hogy

a meglevő IMO-díjat terjeszti ki a hidrológia terén végzett kimagasló tudományos és szervező munka elismerésére.

*A Szakmai szabályzat (Technical Regulations) módosítása.* Lényegesebb módosításra csak a szabályzat III. kötetében (Hidrológia) kerül sor, főleg a leolvasási pontosságra, az ISO egységek bevezetésére és a folyadék-sebességmérők hitelesítésére vonatkozóan. Ezeknek a módosításoknak pontos szövegezését egy munkacsoport *Starosolszky Ödön* elnökletével készítette el.

Az egyéb módosítások közül említésre méltó, hogy a pírhelimetrikus méréseket az új WRR (World Radiometric Reference) skálában kell kifejezni.

A módosított szabályzat 1980. július 1-én lép életbe.

*A WMO tudományos és szakmai szervezetének felülvizsgálata.* A szakbizottságok elnökeinek jelentése nyomán a kongresszus arra a következtetésre jutott, hogy sürgős szükség van a világszervezet szakbizottságai, regionális bizottságai és egyéb szervei munkájának jobb összehangolására. Másrészt a WMO egész szervezetének és működésének felülvizsgálatát is szükségesnek látta a kongresszus, hogy ha szükséges, a következő ülésen lényeges szervezeti változtatásokat is tehesen a világszervezet hatékonyságának javítása céljából. Mindkét említett feladattal a végrehajtó bizottságot bízta meg a kongresszus.

## II. Szakmai együttműködés

A kongresszus áttekintette a különböző segélynyújtási formák (UNDP, VAP stb.) keretében az 1975 – 1978-ban a WMO révén nyújtott támogatást: meglepéssel állapította meg hogy a teljes támogatás összege a megelőző négyéves időszakhoz képest kb. 65%-kal nőtt, és több mint 55 millió dollárt tett ki. Nem kevesebb, mint 110 ország részesült valamilyen formában e programokból nyújtott támogatásban.

A szakmai együttműködés további erősítésére több határozat született. Ezek tárgya: Az együttműködés összehangolása nemzeti és regionális szinten, szakértők küldésének szorgalmazása, a WMO részvétele az UNDP-ben, a fejlődő országok egymás közti együttműködésének elősegítése, és a WMO saját *önkéntes együttműködési programja* (VCP, korábban VAP).

Megjegyzendő, hogy ösztöndíjak költségének fedezésére a WMO rendes költségvetéséből is felhasználható egy bizonyos összeg, a kongresszus jóváhagyásával. A fejlődő országok képviselői sürgették, hogy a WMO, más nemzetközi szervezetekhez hasonlóan, nagyobb összeget irányozzon elő a rendes költségvetésből segélynyújtási célokra; a nagyobb költségvetési hozzájárulást fizető országok viszont azt szorgalmazták, hogy elsősorban a rendelkez-

zésre álló segélyprogramok lehetőségeit kell a legnagyobb mértékben kihasználni. Végül a kongresszus úgy döntött, hogy a rendes költségvetés kb. 2%-át, 1,4 millió dollárt lehet ösztöndíjak finanszírozására fordítani.

## III. Szakemberképzés

Bár ebben a kérdésben vita nem alakult ki, mégis ez volt az a napirendi pont, amellyel az illetékes munkabizottság a leghosszabb ideig foglalkozott. Különösen sok felszólaló hangzott a szakemberképzés döntő jelentőségét minden más program számára, s a fejlődő országok képviselői ennek fontosságát még a meteorológiai világszolgálatnál is nagyobbak tartották, hangsúlyozva, hogy ennek a költségvetésben is tükröződnie kell. Az elfogadott határozat a hagyományos formát követi, és felsorolja azokat a módokat, ahogyan a Világszervezet a szakemberképzést elősegítheti: nemzeti és regionális központok erősítésével, kiadványok, szemináriumok és konferenciák szervezésével stb.

## IV. Regionális program

A kongresszus elvben hozzájárult ahhoz, hogy a WMO különböző földrészekben – első lépésként Dél-Amerikában és Afrikában, később pedig Ázsiában – regionális hivatalokat létesítsen, titkársági személyzettel. Ennek pénzügyi kihatása azonban lényegében a néhány főnyi személyzettel kapcsolatos költségekre korlátozódik, mivel a hivatali helyiségekről, a berendezésről és ezek üzemeltetésének költségeiről a vendéglátó országok gondoskodnak. A latin-amerikai hivatalt Paraguayban állítják fel, az afrikainak a helyét még nem döntötték el.

## V. Egyéb programok, együttműködés az ENSZ-szel és más szervezetekkel

A következő négyéves időszak konferencia-, kiadvány- és tájékoztatási programjának irányelveit is meghatározta a kongresszus; ezek nem térnek el a korábbi időszak politikájától. Ugyanúgy nincs változás az ENSZ-hez való viszonyban sem: a WMO a saját tevékenységét érintő ENSZ-határozatokat a továbbiakban is igyekszik teljesíteni.

Fölmerült az a kérdés, hogy a WMO átvehetné-e a Nemzetközi Szeizmológiai Központ tevékenységét. A tagországok többségének álláspontja alapján a kongresszus ezt a lehetőséget elvette. A WMO azonban továbbra is segítséget nyújt a központ tevékenységéhez azzal, hogy távközlési csatornáin szeizmológiai adatokat is továbbít.

## VI. Az 1980 – 1983-ra szóló költségvetés

A főtítkárs költségvetési javaslata mintegy 100 millió US dollár felhasználását vette tervbe. Az általános nemzetközi pénzügyi helyzet

nehézségeit figyelembe véve, a kongresszus az eredetileg javasolt program redukálása révén 74,4 millió US dolláros költségvetést hagyott jóvá. Az egyes évek költségvetésének jóváhagyását a kongresszus a szokásnak megfelelően a végrehajtó bizottságra bízta. Megjegyzendő, hogy a kongresszus hosszabb idő után ismét változtatott a tagországok hozzájárulását meghatározó skálán. Az új skála szerint kiszabott hozzájárulási egységek száma (minden országra vonatkozóan) két részből tevődik össze: 1. az előző négyéves időszakra érvényes egységek számának a fele, 2. ugyanez megszorozva egy olyan tényezővel, amely azt fejezi ki, hogy az illető ország ENSZ-beli hozzájárulása százalékosan hogyan változott 1975 és 1979 között. Országunk szempontjából nem jelent lényeges változást ez a rendszer-módosítás.

### VII. Általános és jogi kérdések

A WMO alapokmányában (Convention) egy változtatást fogadott el az ülés: Tekintettel arra, hogy a tagországok száma az utóbbi években tovább emelkedett (jelenleg 149), a végrehajtó bizottság választott tagjainak számát 14-ről 19-re módosította. A végrehajtó bizottság taglétszáma így 29-re emelkedett.

Több módosítás történt az *Általános szabályzat* (General Regulations) szövegében. Többségük inkább csak formai jellegű. Említésre méltó azonban az a változás, amely a korábbi *meteorológia és klimatológia speciális alkalmazásainak bizottsága* (Commission for Special Application of Meteorology and Climatology, CoSAMC) nevében és feladatkörében történt. A „meteorológia és klimatológia” félrevezető kapcsolatot elkerülve, a testület angol nevét „Commission for Climatology and Applications of Meteorology”-ra változtatták, aminek magyar megfelelője: *klimatológiai és alkalmazott meteorológiai bizottság* lehet. Feladatkörének a megfogalmazása egyrészt tisztázza a bizottság szerepét az éghajlati világhozzájárulásban, másrészt pedig elkerüli a korábbi átfedéseket az *alaprendszeri bizottsága* és a *légtér tudományok bizottsága* ténykedésével. Ezzel a kérdéssel külön munkacsoport foglalkozott *Czelnai Rudolf* elnökletével; a problémák tisztázásához nagyban hozzájárult a kongresszus elé terjesztett magyar dokumentum is.

Fontos változást jelent az is, hogy az arab nyelvet is hivatalos nyelvként fogadták el, így a kongresszus és a végrehajtó bizottság ülésein a tolmácsolás már 6 nyelvre terjed ki: angol, arab, francia, kínai, orosz és spanyol.

### VIII. Tudományos előadások

A hagyományos IMO-előadást *B. Bolin* (Svédország) tartotta az éghajlat és a bioszféra kölcsönhatásairól. Ezenkívül előadások hang-

zottak el a trópusi meteorológia tárgyköréből, valamint a nap- és a szélenergiával kapcsolatos meteorológiai kérdésekről.

### IX. Választások és kinevezések

A WMO elnökének, alelnökeinek és a végrehajtó bizottság tagjainak megválasztása után a WMO „tisztikarának” új összetétele a következő: Elnök: Dr. R. L. Kintanar (Fülöp-szok.), I. elnökhelyettes C. A. Abayomi (Nigéria), II. elnökh. Prof. Ju. A. Izrael (Szovjetunió), III. elnökh. J. E. Echeveste (Argentína); a végrehajtó bizottság további tagjai: *a hat regionális bizottság elnöke*, nevezetesen S. Mbele-Mbong (Kamerun), A. G. J. Al-Sultan (Irak), V. L. Gomez (Ecuador), S. Aguilar Anguiano (Mexikó), Ho Tong Tuen (Malaysia), R. Czelnai (Magyarország) és *19 választott tag*: A. Andrade (Angola), C. H. Arias (Kolumbia), G. S. Benton (USA), A. E. Collin (Kanada), P. K. Das (India), N. A. Gbeckor-Kove (Ghana), A. W. Kabakibo (Szíria), S. Kubota (Japán), K. Langlo (Norvégia), E. Lingelbach (NSZK), B. J. Mason (Egyesült Királyság), R. Mittner (Franciaország), J. K. Murithi (Kenya), C. Padilha (Brazília), R. Rahmatullah (Pakisztán), M. Seck (Szenegál), M. F. Taha (Egyiptom), Wu Xueyi (Kína), J. W. Zillman (Ausztrália).

Változás történt a világszervezet főtítkári posztján is. A kongresszus az 1980. január 1-én kezdődő négyéves időszakra *A. C. Wiin-Nielsen* (Dánia) nevezte ki főtítkárrá. Ennek kapcsán sok küldött rendkívüli elismerését fejezte ki *D. A. Davies*-nek, aki közel 25 éves főtítkári tevékenységével elévülhetetlen érdemeket szerzett a világszervezet fejlesztésében, s ezáltal a nemzetközi együttműködés ügyéhez is nagyban hozzájárult. A kongresszus határozatban mondta ki, hogy Dr. Davies-nek megbízatása lejártával az „érdemes főtítkár” („Secretary-General Emeritus”) kitüntető címet adományozza.

*Tölgyesi István*

✱

### A METEOROLÓGIAI VILÁGSZERVEZET VÉGREHAJTÓ BIZOTTSÁGÁNAK XXXI. ÜLÉSE

A kongresszuson megválasztott, új összetételű végrehajtó bizottság első ülése a négy hétig tartó kongresszus után a hagyományoknak megfelelően csak öt napig (május 28 – június 1.) tartott. Az ülés fő feladata az volt, hogy a kongresszus döntéseivel összhangban meghatározza a Világszervezet 1980. évi programját és költségvetését. (A jóváhagyott költségvetési összeg 17 495 000 dollár.) Ezenkívül az ülés csak az olyan haszthatatlan adminisztratív intézkedéseket tette meg, mint például a WMO különböző testületeinek az elmúlt évben megtartott üléseivel kapcsolatos

döntések, és a VIII. kongresszus által sürgősnek ítélt feladatok ügyében az első lépések (pl. a vb két új munkacsoportjának létrehozása a világszervezet tudományos-szakmai tevékenységének és szerkezetének felülvizsgálatára).

Ki kell emelni azt a határozatot, amelyik az *alapszabályok bizottsága* által javasolt új SYNOP kód bevezetésének időpontjául 1982. január 1-ét tűzi ki.

A WMO legmagasabb kitüntetése az évenként odaítélt IMO-díj (a WMO elődje, a Nemzetközi Meteorológiai Szervezet = International Meteorological Organization emlékére). Az 1979. évi IMO-díjjal a végrehajtó bizottság *H. Landsberg* professzort (Egyesült Államok), a világ egyik legnevesebb éghajlat-tudósát tüntette ki.

*Tölgyesi István*

✱

## ELSŐ ALKALOMMAL ADTÁK KI A RÓNA ZSIGMOND-DÍJÁT

A Magyar Meteorológiai Társaság Róma Zsigmond Ifjúsági Körében 1979. május 17-én ünnepélyes esemény tanúi lehettünk. *Róma Zsigmond* családtagjainak jelenlétében *Kéri Menyhért*, az MMT elnökhelyettese adta át a Róma Zsigmond emlékére alapított díjat *Práger Tamás*nak, az ELTE Meteorológiai Tanszék fiatal adjunktusának, eddigi tudományos tevékenységének elismeréseként. Ezt követően *Práger Tamás* „*Mezo-skálájú légköri folyamatok előrejelzése a Kárpát-medence területére*” címmel előadást tartott, amelyben szovjetunióbeli aspirantúrájának eredményeit, tapasztalatait összegezte. Szemléletesen vázolta teleszkopizált hidrodinamikai regionális prognózis modelljének alapjait, rámutatva egy ilyen modell kialakításának főbb lépéseire.

Előadásában többek közt a következő problémaköröket emelte ki: 1. A megmaradási törvények (főleg az energiamegmaradás) kiértékelésének kérdései,

2. a numerikus megoldás függése a kezdeti feltételektől (stabilitási problémák),

3. a határfeltételek szerepe a regionális előrejelzések készítésekor (a teleszkopizáció kérdései),

4. a szakadási felületek (frontok) korrekelt kezelése a numerikus sémával.

A vázolt problémákat a modell kétdimenziós változatával végzett numerikus kísérletek eredményeivel illusztrálta. Az előadás végén bemutatott ábrák, amelyek a háromdimenziós modell segítségével készített rövid távú (24 óras) előrejelzéseket és a szinoptikus módszerrel analizált időjárási helyzeteket hasonlítoták össze, igazolták a modell eredményes működését.

Az előadást élénk eszmecsere követte, amelynek során többen is rámutattak az előrejelzések mérési adatok alapján történő verifikálásának

sának nehézségeire. A modell operatív alkalmazásának kérdése is felmerült. Erre azonban – az előadó véleménye szerint – szolgálatunknál még nincsenek meg a feltételek; egyrészt a nagysebességű számítógép elérhetetlensége, másrészt a modell kezdeti feltételeihez szükséges nagyszámú és kellő felbontású mérési adat hiánya miatt.

*Tutsek Endre*

✱

## A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA 1979. ÉVI KÖZGYŰLÉSE

Az MTA 1979. május 7–11. között tartotta évi közgyűlését. A közgyűlés, amint azt *Szentágothai János*, az Akadémia elnöke megnyitó beszédében kifejtette, munkaülés jellegű volt. A következőkben minden ötödik évben tartandó tisztségválasztó közgyűlésre, a főtítkár megválasztásával egy időben, első ízben 1980-ban kerül sor.

A közgyűlés napirendjét tudományos előadások (május 7–8.), és együttes zárt ülés (május 9–11.) alkották. Az első részben, a rokon tudományterületek együttes előadó ülésein a tudomány és a társadalom kapcsolatáról, a tudományos eredményeknek a gazdasági élet és a társadalom különböző területein megvalósult és lehetséges felhasználásáról hangzottak el előadások. A zárt ülések első sorban az MTA új alapszabályairól előterjesztett javaslatokat vitatták meg az Akadémia tagjai.

A tudományos osztályoknak a közgyűlés programjához kapcsolódó előadó üléseiből kiemeljük a *matematikai és fizikai tudományok, a műszaki tudományok és a kémiai tudományok osztályainak* együttes ülését, amelyen az „*anyagtudomány és a gyakorlat*” összefoglaló nagy témakörből hangzottak el a hazai eredményeket, az alkalmazott fizikai, kémiai, műszaki módszereket, az eredmények alkalmazási lehetőségeit, a jövő feladatait ismertető előadások.

Ugyancsak több tudományterületet érintő témakörből hallhattuk *Pécsi Márton* akadémikus vitaindító előadását az *agrártudományok*, valamint a *föld- és bányászati tudományok osztályának* együttes ülésén a *társadalom környezetének hasznosítási lehetőségeiről*. Az előadást követő korreferátumok az *ásvány- vagyon-gazdálkodás társadalmi kapcsolataival* (*Kapolyi László*), a *termőtalaj védelmével* (*Szabolcs István*), a *vízzel, mint természeti erőforrással* (*Kovács György*), a *mezőgazdasági vízhasznosítás lehetőségeivel* (*Petravovits Imre*) foglalkoztak. Ezeket követte *Mészáros Ernő* és *Szepesi Dezső* „*Gazdálkodás a tiszta levegőkészlettel*” című előadása. A *Szepesi Dezső* által bemutatott, lényegében a vitaindító előadáshoz csatlakozó, de önálló tanulmány ismertette a levegőtisztaság jelenlegi helyzetét

Magyarországon. Rámutatott arra, hogy a háztartási eredetű szennyezettség településeinken (így Budapesten is) a hatvanas évek elejétől kezdve – elsősorban a korszerű tüzelőanyagok használatának következményeként – csökkent, ezzel szemben a gépjárművekből eredő szennyeződés jelentős mértékben növekedett. Számítanunk kell az erőművek szennyező hatásának növekedésére is. Az ún. *vidéki levegő* minősége Magyarországon kielégítő, de az észak- és középdunántúli, valamint a borsodi iparvidék levegője szennyezett (ezek az ország legszennyezettebb levegőjű zónái). Az előadás ismertette az általa kidolgozott s a légköri szennyeződés terjedését közelítő meteorológiai modellt, amellyel eredményesen kutatták a különböző természetű (lokális, regionális, kontinentális) szennyeződések hozzájárulási arányát és mértékét a hazai levegőminőség kialakításában. A bemutatott eredmények közül kiemeljük a következő megállapításokat:

– a városokon kívüli területen a környezeti levegő kényszennyezettsége alacsony s kb. 60%-a az országhatárokon túli területekről származik (a SW-NW-NE közti irányokból ideérkező levegőben mintegy 2,5-ször nagyobb kényszennyezettség figyelhető meg, mint a NE-SE-SW felől beáramlóban),

– számos városunkban a levegő minősége rossz, a kényszennyezettség mintegy 95%-a a városon belüli forrásokból származik.

Az előadás kitért a levegőkészlet-gazdálkodás legfontosabb fizikai tényezőire és azokra az összefüggésekre, amelyek révén a szennyeződés terjedésmechanizmusának meteorológiai jellegű kutatása a környezetvédelem sokágú társadalmi-gazdasági tevékenységéhez kapcsolódik.

A másik meteorológiai tárgyú korreferátum, voltaképpen önálló tájékoztató szerzői: *Földvári János, Kozák Béla és Wirth Endre*. „A jég-eseláhrítást bevezetése Magyarországon” című tanulmányukat *Wirth Endre* mutatta be. A nagy érdeklődéssel kísért előadás ismertette a hazánkban először Dél-Baranyában bevezetett védekezés három próbaéve sikeresnek bizonyult eredményeit. Az előadó kimutatta, hogy a magyar népgazdaság tiszta megtakarítása a védekezés háromévi kísérleti időszakában 160 – 200 millió forint volt. A sok előtanulmány alapján kialakított s Dél-Baranyában bevezetett eljárás alkalmazása nem egyszerűen a legjobbnak talált módszer adaptálásából állt, hanem hazai bevezetését mind mezőgazdasági, mind felhőfizikai, mind pedig közgazdasági szempontból jelentős alap- és fejlesztési kutatások előzték meg.

Az együttes ülést *Láng István*: „Termelés és környezetvédelem” című előadása, valamint *Martos Ferencnek*, a föld- és bányászati tudományok osztálya osztályelnökének összefoglalója zárta be.

A tudomány és a társadalom szoros kapcsolatát mutatták a műszaki tudományok és a

biológiai tudományok osztályainak ülései is. Az előbbi „A geotechnika szerepe és feladatai az ország gazdaságában”, az utóbbi az „Eredmények, feladatok a hazai környezetbiológiai kutatásokban” című komplex témakörökben járultak hozzá a közgyűlést megelőző ülészak átfogó kérdéseinek ismertetéséhez és vitájához.

A közgyűlés együttes ülésének bevezetése képpen hangzott el *Hollán Zsuzsa* akadémikus „A tudomány haladása és az ember” című megnyitó előadása. Az előadó nagyon szemléletesen érzékeltette az elmúlt évtizedekben tapasztalt rendkívül gyors fejlődést a különböző tudományterületeken, különösen a természettudományokban és a műszaki tudományok területén. Rámutatott arra, hogy a gyors fejlődés következtében a tudomány eredményeivel összefüggő számos társadalmi probléma megoldásra vár, amelyek többé-kevésbé az emberiség jövőjét is érintik. A tudomány eredményei ugyanis képessé teszik az embert a természeti folyamatok bizonyos mérvű módosítására, de arra is, hogy az évmilliók alatt kialakult természeti egyensúlyt az emberiség szempontjából kedvezőtlenül megzavarja. Bizonyos, tudományos alapokon nyugvó prognózisok felnagytva válásághangulatot idézhetnek elő s nyomukban tudományellenes néztek terjednek. Ennek ellenes szerepe széles társadalmi rétegeknek olyan irányú tájékoztatása lehet, amely szerint *nem a tudomány fejlődése a káros, hanem az utóbbit az eredményeknek nem a társadalom érdekében történő gyakorlati alkalmazása teheti azt.*

Tudományellenes hangulatot kelthetnek a biológia forradalma és az orvostudomány fejlődése által felvetett *etikai* problémák is, elsősorban a velük kapcsolatos, nem kellően megérlelt következtetések révén. Elfogadhatatlan és alapjaiban hibás az a nézet, hogy a tudomány gyors fejlődésével járó kitérők, alkalmazási torzulások, valóságos vagy látszólagos veszélyek elkerülhetők lennének, ha az emberiség védelmében lassítanánk vagy éppen megállítanánk a tudományos haladást.

Ezzel szemben alapvető kérdés az, hogy a tudományos eredmények felhasználása milyen társadalmi körülmények között történik. Arra kell törekednünk, hogy szocialista társadalmunk a tudomány egyre növekvő erejét a haladó emberiség érdekeivel összehangolva a társadalom hasznára fordítsa, s ebben számíthatunk minden haladó tudós egyetértő támogatására.

A vitaindító előadás számos olyan kérdést hagyott nyitva, amelynek bővebb kifejtése a különböző szakterületek képviselői részéről rendkívül gazdag és változatos tette az előadást követő vitát. Az előadás és a vita részletes anyaga előreláthatólag publikálásra kerül, egyes részleteit a közgyűlést követőleg a napi sajtó tudományos rovatai ismertették.

A közgyűlés első napján került sor az akadémiai díjak odaítélésére. Az elnökség az 1979. évi akadémiai aranyérmes *Major Máté* akadémiai

mikusknak adományozta az építészeti, az építészelméleti és az építészettörténeti kutatások területén elért eredményeiért. A tudományos osztályok előterjesztéseit figyelembe véve az MTA elnöksége 21 kutatót részesített akadémiai díjban. Közöttük *Mészáros Ernő*, a földtudományok doktora, a KLFÍ igazgatója a „világszerte elismert magyar levegőkémiai kutatások megindításáért és önálló iskolává fejlesztéséért, valamint az első magyar levegőkémiai kézikönyvért” részesült akadémiai díjban.

A közgyűlés fontos napirendi pontja volt az Akadémia új alapszabályainak kidolgozása, amelyet az tett időszerűvé, hogy az 1969-ben elfogadott alapszabályok a Magyar Tudományos Akadémiáról szóló 1969. évi 41. számú törvényerejű rendelet az eltelt évtized gyakorlatának megfelelő pontosításra szorult. Az Akadémia elnökségének erre vonatkozó javaslata figyelembe vette a Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsának 1979. évi 6. számú törvényerejű rendeletét a Magyar Tudományos Akadémiáról. A rendelet megerősíti az Akadémia alapvető funkcióit és feladatait: az Akadémia a Magyar Népköztársaság legfőbb tudományos szerve, tagjainak munkásságával és intézményeiben folytatott kutatásokkal, a kutatás elvi és módszertani irányításával, a tudomány és a gyakorlat kapcsolatának fejlesztésével, a tudományos kutatások szabadságának biztosításával és a tudományos közélet demokratizmusának ápolásával gondoskodik a tudomány alkotó műveléséről. Tevékenységével hozzájárul a Magyar Népköztársaság fejlődéséhez és a tudományok az emberiség egyetemes érdekét szolgáló előrehaladásához (a tvr. 1. § és 2. § (1) pontja).

A közgyűlés az elnökség alapszabály-tervezetét megvitatta, némileg kiegészítette és felhatalmazta az elnökséget, hogy az elfogadott alapszabály-tervezetet jóváhagyás végett a minisztertanács elé terjessze.

A Magyar Tudományos Akadémia 1979. évi közgyűlése levelező, rendes és külföldi tiszteleti tagok választásával ért véget.

Béll Béla

✱

## AZ MTA GARP ALBIZOTTSÁGÁNAK ÜLÉSE

1979. április 24-én ülést tartott az MTA meteorológiai tudományos bizottságának GARP albizottsága. Az ülést *Faragó Tibor*, a bizottság titkára nyitotta meg, röviden összefoglalva az első globális GARP kísérlet (FGGE) fejleményeit és az eddigi magyar hozzájárulás eredményeit. A közelmúltban tért vissza az Országos Meteorológiai Szolgálat két olyan munkatársa, akik szovjet hajókon a FGGE megfigyelési programjának teljesítéséért tevékenykedtek. Ezek az expedíciók azt a célt szolgálták, hogy az 1978 decemberében kezdődött operatív év első (téli) speciális program-

jának (SOP) keretében minden eddiginél gazdagabb – időben és térben sűrűbb – mérési adatok állhassanak majd a kutatók rendelkezésére.

*Maller Aranka* a Mihail Lomonoszov szovjet hajó fedélzetén az Atlanti óceán trópusi térségében járt. Részletesen beszámolt a kutatógárdáról és a hajón végzett mérésekről. A meteorológiai csoport tagjaként aktívan kivette részét az operatív munkából, s bár önálló mérési-kutatási feladatot és eszközöket nem vitt magával, a megfigyelési eredmények értékelésével is tevékenyen foglalkozott.

Az ázsiai monszun-kísérlet megfigyelő hálózatának egyik hajóján, az „Akademik Sirsov” kutatóhajó rádiólokátoros csoportjának munkájában vett részt *Dombai Ferenc*. Beszámolója alapján a bizottság tagjai tájékoztak a hajón folytatott sokrétű – meteorológiai, hidrológiai, sugárzási, levegőkémiai, műholdas, aerológiai és más – mérési és kutatási programokról. Mint ismeretes, mind a speciális megfigyelési programok, mind pedig a standard megfigyelési alrendszernek a FGGE idejére eső méréseit központosítottan gyűjtik. Ennek megfelelően az így keletkező roppant mennyiségű adat tényleges kiértékelése és hasznosítása elsősorban a globális kísérlet követő hosszabb időszak feladata lesz.

Megállapítást nyert, hogy a jövőben az ilyen jellegű expedíciókba jelentkező munkatársak felkészülését szélesebb körben kell ismertetni, lehetőséget adva arra, hogy más hazai kutatórészlegek is önálló mérési-kutatási programot ajánlhassanak fel a kiutazóknak. Az ilyen megbízások még hatékonyabbá tennék az expedícióban való részvételt.

Az ülés harmadik napirendi pontjaként *Faragó Tibor* foglalta össze az 1979 februárjában Genfben megrendezett éghajlati világkonferencia főbb eredményeit.

A konferencia lényegében a még tervezés alatt álló éghajlati világprogramra való felkészülés folyamatába illeszkedik be; elsődlegesen „Az éghajlat hatása az emberi tevékenységre” elnevezésű alprogram elméleti hátteréhez járul hozzá. A magyar szolgálatot *Czelnai Rudolf* és *Szepesi Dezső* képviselte. A konferencia első hetében meghívott előadók mutatták be az éghajlat és éghajlatváltozások problémájának számos vetületét, a második héten – még szűkebb körben, mintegy 120 szakértő bevonásával – munkacsoportokban került sor a kérdések megvitatására. A csoportok felosztása általában a leendő éghajlati világprogram alapjait követte. Említésre méltó, hogy az első csoport („Éghajlati adatok és alkalmazások” témájában) társelnöke *Czelnai Rudolf* volt.

Az előadó ismertette a tudományos előadások főbb megállapításait, valamint a konferencia által elfogadott dokumentumokat.

*Quittner János* hozzászólásában kitért az

ICSU tevékenységére, valamint az éghajlati világprogram sikeres megvalósítása érdekében a WMO és az ICSU között kötendő megállapodásra.

Az ülésen egyértelműen kitűnt, hogy várható súlyának megfelelően a jövőben behatóbban kell tanulmányozni hazai szinten is a GARP e kiterjesztésével kapcsolatos fejleményeket, valamint a bizottság korábbi ajánlásainak szellemében fokozottabban elő kell segíteni az éghajlat-modelléssel és az éghajlati hatásokkal összefüggő kutatásokat.

Faragó Tibor

✕

## G. I. MARCSUK ELŐADÁSA A METEOROLÓGIAI TÁRSASÁGBAN

A „Szibéria és a tudomány” című nagyszabású kiállítás megnyitására magasszintű szovjet delegáció látogatott Budapestre. A küldöttséget *G. I. Marcsuk* akadémikus, a Szovjet Tudományos Akadémia Szibériai Tagozatának elnöke vezette. A világszerte ismert, sokoldalú tudós 1979. május 9-én a Magyar Meteorológiai Társaság és az Országos Meteorológiai Szolgálat felkérésére az éghajlatváltozások modellezéséről és az időjárás hosszútávú előrejelzésének problémájáról előadást tartott a MTE SZ Kossuth Lajos téri székházában.

Az ülést *Bodolai István* nyitotta meg. Méltatta az előadó eddigi eredményeit és köszönetét fejezte ki, hogy sokirányú elfoglaltsága mellett, a magyar meteorológiai közösség érdeklődésének eleget téve, elfogadta a meghívást.

*G. I. Marcsuk* előadásának bevezetőjében érzékeltette az éghajlatváltozások problémájának fontosságát, az éghajlati rendszer összetettségét. E rendszer egyik központi elemének az óceán bizonyult. Számosan vizsgálták már az óceán-légkör kölcsönhatás különféle formáit, sok empirikus redmény is ismert, melyek első sorban az óceánok nagy térségű felszíni hőmérsékletanomáliái és a légkör általános cirkulációjának egyes jellemzői közötti összefüggésekre utalnak.

Joggal merül fel a kérdés, miképpen alakulhatnak ki az óceánokban kiterjedt, nagyobb hőmérsékleti anomáliájú területek? Hipotetikusán a választ a területenként és időszakonként változó mennyiségű felhőzet, illetve ennek függvényében a felszínre érkező napsugárzás mennyisége adja meg. A szubtrópusi területeken fölmelegedett víztömegek az óceánok belső cirkulációja révén egyrészt a mélyebb rétegekbe kerülhetnek (ahol – egyelőre ismeretlen módon – esetlegesen hosszú időn keresztül fennmaradhatnak) és az ismert áramlások révén az óceánok magas földrajzi szélességű területeire juthatnak el. Itt ismét a felszínre emelkedve hatásuk jelentős lehet az általános légcirkuláció kormányzásában.

Hogyan lehetne e hipotéziseket kellő körültekintéssel ellenőrizni? *G. I. Marcsuk* és munkatársainak érdeme éppen az, hogy olyan egzakt eszközt találtak, mellyel valóságos nyomozást lehet véghezvinni: levezették és numerikusan megoldották a légkör hidrodinamikai egyenletrendszerének inverzét, az az ún. adjungált egyenletrendszert. Számításukból kitűnt, hogy a felszíni hőmérsékletre utaló hatásfüggvény hónapokra visszamenően az óceánok egyes területeit emelte ki, mint olyanokat, amelyek a leginkább meghatározókat egy kiszemelt térség (ezúttal a Szovjetunió európai területének) havi középhőmérsékleti anomáliáját. E módszerrel bármely más jellemző kialakításában döntő szerepet játszó éghajlati elem, vagy a megfelelő földrajzi terület behatárolható. Az óceánoknak azonban – már az eddigi eredmények alapján is – megkülönböztetett figyelmet kell szentelnünk.

*G. I. Marcsuk* nemrég maga is résztvett az éghajlati világkonferencián, melyet részben az éghajlati világprogramra való felkészülés jegyében rendeztek meg. Az előadásban is említett kutatási eredmények alapján a szovjet kutatók javasolták, hogy a világóceán is legyen speciális megfigelési terület úgy, hogy a különféle dinamikai modellekkel kiválasztott területein behatóan tanulmányozzák a légkör – óceán kapcsolatokat, az óceánban horgbemenő áramlásokat. E kísérlet nagyban hozzájárulhatna az éghajlati rendszer jobb megértéséhez, az éghajlati változások okainak feltéréséhez.

Az előadást hozzászólások követték. Többen érdeklődtek az alkalmazott modell egyes elemeiről, illetve egyes numerikus eljárások sajátosságairól és jövőjéről.

Zárszavában *Ambrózy Pál*, a Központi Meteorológiai Intézet igazgatója kifejtette, hogy az óceánok éghajlati szerepének kutatásait a magyar meteorológusok támogatják és remélik, hogy erőikkel arányosan aktívan segíthetik majd az ezzel is kapcsolatos nemzetközi programot.

Faragó Tibor

✕

## A KOZMIKUS METEOROLÓGIAI ÁLLANDÓ MUNKACSOPORT ÜLÉSE

A szocialista országok űrkutatási együttműködésének, az INTERKOZMOSZnak a keretében működő meteorológiai állandó munkacsoport ezévi ülését 1979. március 27. és április 4. között tartotta Prágában. Ez volt a XII. ülés. Magyarországot öttagú delegáció képviselte: a Szolgálat részéről *Kozák Béla*, *Major György*, *Tánczer Tibor* és *Miskolczi Ferenc*, a havi Interkozmosz Tanács részéről *Baj Attila* volt jelen.

Az ülés munkája az elmúlt évi eredményekről szóló beszámoló meghallgatásával és jóvá-

hagyásával kezdődött. Az évi munka mellett itt számot adtunk az ez év februárjában nálunk tartott szimpóziumról is, amelyről már beszámoltunk az *Időjárás* olvasóinak. Ezután a következő évi munkatervek pontosítása került sorra.

Az INTERKOZMOSZ már 2 évvel ezelőtt elkezdte az 1981–1985-ös időszakra szóló problémák katalógusának összeállítását. Ahogy közeledik a kezdő év, úgy lesz egyre részletesebb és konkrétabb a terv. Ennek a kidolgozó munkának az ez évi fázisa képezte az ülés legnagyobb feladatát. A következő öt éves időszakban 8 téma lesz. Ebből az első 3 a műholdakról származó információ interpretációjával és az időjárás analízisében és prognózisában való hasznosításával foglalkozik. A következő téma-hármas a 10 km feletti légkör fizikai és éghajlati sajátosságaival és a mérésekre szolgáló műszerekkel foglalkozik. A két utolsó téma a műholdakról származó információ vételeire szolgáló földi vevőberendezésekkel és az információ elsődleges feldolgozásának módszereivel foglalkozik.

Az ülésen megtörtént az első, kezdeti jellegű kapcsolatfelvétel a légkör két határát alkotó fizikai rendszert vizsgáló munkacsoportokkal. Egyikük a felszint vizsgálja, a másik pedig a bolygóközi teret.

Megtekintettük a cseh szolgálat által, tőkés cégektől vásárolt igen nagy értékű műholdvevőberendezést, amely a TIROS-N műholdakról 4 spektrálisán elkülönülő képet vesz egy időben, igen jó felbontással.

Az ülést színvonalas kultúrprogramok egészítették ki.

Major György

✱

## ORVOSMETEOROLÓGIAI ELŐADÁS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁGBAN

Nagy érdeklődéssel kísért előadói ülést tartott az MMT orvometeorológiai szakosztálya 1979. márc. 7-én Budapesten, melyen *Gaal Zsuzsanna* (MÁV-kórház) és *Örményi Imre* (ORFI) számoltak be az *időjárás hatásáról a különböző időjárás-érzékenyséű coronaria-betegeken* a mintegy két éve megkezdett közös vizsgálataik első eredményeiről. Feldolgozásaikhoz részben a rendszeres megfigyelés alatt álló szívbetegek följegyzéseit és időszakos ellenőrző vizsgálataik eredményeit, másrészt a kórházba került spontán szívinfarktus esetek adatait vették alapul. 262 betegnek meghatározták a *frontérzékenységi* típusát. A szívkoszorúér-görcsök jelentkezése szignifikánsan a frontérzékenységek alapján várhatóan aktív időjárási helyzetekben halmozódott, az infarktusok bekövetkezése pedig igen magas szintű szignifikáns kapcsolatot mutatott.

Az előadást követő vita során a szférikus és más bioaktív légköri elektromágneses sugárzástartományok, továbbá földmágneses és szoláris jelenségek, mint a vegetatív idegrendszerre ható, *elsődleges* tényezők összetett hatásait, valamint esetleges árnyékolással, vagy a klimatikus, levegőkémiai és lélegektromos környezet – mint *másodlagos* bioaktív tényezők – megváltoztatásával elérhető kompenzáció lehetőségeit elemezték a tudomány mai állásának tükrében. E tanulságos vitában az előadókon kívül *Tóth Pál*, *Scáb Ferenc*, *Sandelhausen Miklós*, *Megyer Sándorné*, *Kérdő István* és *Predmerszky Tibor* vett részt. Állásfoglalásaikból határozottan kitűnt, hogy már az eddigi tudás birtokában is néhány esetben sikerült várhatóan végzetesülő való szivinfarktusok bekövetkezésének megelőzése.

Gajzágó László

✱

## AZ MMT VÁLASZTMÁNYI ÜLÉSE

A Magyar Meteorológiai Társaság választmánya 1979. április 26-án tartotta tavaszi ülését *Béll Béla* elnökletével az MTE SZ Ankerközi székházában.

A Róna Zsigmond-alapítvány 1978. évi díjának odaítéléséről *Bodolai István* társelnök terjesztette elő az Elnökség javaslatát, amely szerint az 1978. évi díjra *Práger Tamást* tartja érdemesnek. Ismertette *Práger Tamás* eddigi tanulmányait és tevékenységét: az Eötvös Loránd Tudományegyetem meteorológia-szakán kiváló eredménnyel végzett, aspiránsként a szovjet szolgálatnál töltött 3 évet, majd sikeresen megvédte kandidátusi értekezését. Idén január 1-től az ELTE adjunktusa. Hat önálló tanulmánya – kettő közülük szovjet folyóiratban – jelent meg. A választmány a javaslatot rövid vita után egyhangúlag elfogadta.

*Szakály József* főtítkárra a Zólyomban megrendezésre kerülő ideai szlovák–magyar vándorgyűlés előkészületi munkáiról számolt be. Az előadásokat tartalmazó – orosz nyelvű, magyar és szlovák összefoglalókkal készülő – kötet kellő időre elkészül. *Béll Béla* a további szervezési kérdésekről szólva ismertette az Elnökség álláspontját az 1981. évi közös vándorgyűlés színhelyéről és témájáról: Mivel a magyar meteorológiai kutatócsoportnak egyik jelentős témája a tavaszi-őrszi fagyelhárítás, és e téma a szlovák meteorológusokat is foglalkoztatja, kívánatos, hogy az 1981-i vándorgyűlés tudományos előadásai a tavaszi fagyok elhárításának kérdéseivel foglalkozzanak. Ily módon a vándorgyűlés színhelye Kecskemét lehetne, u. i. a kecskeméti agrometeorológiai obszervatórium a téma koordinátora. A rendezéssel *Szilágyi Tibort*, az obszervatórium vezetőjét kellene megbízni: agilitása, lelkesedése

biztosíték a vándorgyűlés jó szerveztségére, sikeres lebonyolítására. *Antal Emánuel* és *Fekete Zoltán* támogatva az Elnökség javaslatát, kiemelte részint Szilágyi Tibor szervezői tapasztalatait, részint a vándorgyűlés megrendezéséhez a Kecskeméten kínálkozó kedvező lehetőségeket. A választmány az Elnökség álláspontját magáéval téve megbízta az Elnökséget, hogy a javasoltak értelmében kezdje meg a szükséges intézkedéseket.

*Szakály József* főtitkár az 1979. évi részletes munkatervet terjesztette elő. A gazdag program („Szibériai Hetek” — Marcsuk akadémikus előadása, a magyar — francia aeroszol szeminárium, a szlovák — magyar vándorgyűlés Zólyomban) fölötti vitában *Béll Béla* a Társaság ifjabb tagjainak a társasági életbe történő fokozottabb bevonásával foglalkozott; többek között javasolta, hogy a Társaság a jövő évi Meteorológiai Tudományos Napok szervezésébe aktívabban kapcsolódjék be, sőt vonja be a szervezésbe más MTESZ-egyesületeknek a téma iránt érdeklődő tagságát is. A választmány végül is a főtitkári előterjesztést egyhangúlag elfogadta.

Jóváhagyta a választmány a Társaság pécsi csoportja újjászervezésének tervét és fölkerlte *Büro György* egyet. tanárt a csoport elnöki teendőinek ellátására, a vezetőség tagjaiul pedig *Földvári Jánost*, *Lehmann Antalt*, *Wirth Endrét* és *Fodor Istvánt* kérte föl. Ugyancsak tájékoztató hangzott el az országos diákköri konferenciáról, ahol 15 meteorológiai tárgyú előadás közül a Társaság 1800 forintos pályadíját *Penyigei Erzsébet* nyerte el.

Befejezésül az 1979. évi kiküldetési tervet, valamint a Meteorológiai Világnap szervezésének tapasztalatait, a jövő évi világnap előkészítésének kérdéseit vitatta meg a választmány, majd tagfelvétellel foglalkozott. A Társaság új tagjai: *Baják Ferenc*, *Balogh Béla*, *András*, *Balogh Erzsébet*, *Barta Erika*, *Bartos Ferenc*, *Benkő Tibor*, *Bereczki Károly*, *Bihary László*, *Bimbó Mihály*, *Dr. Bíró Zsigmond*, *Bonta Imre*, *Boros László*, *Dr. Borsy Zoltán*, *Csapó Piroska*, *Csatári István*, *Daám Györgyi*, *Dankó József*, *Dobány Zoltán*, *Dobosi Erzsébet*, *Fabricsy Attiláné*, *Fridvalsovsky Gyula*, *Dr. Frisnyák Sándor*, *Gazdag Imre*, *Gaál Andrásné*, *Göcz Lajos*, *Dr. Hajnal Béla*, *Hamusz Árpád*, *Hegedüs Lászlóné*, *Hosszú János*, *Dr. Jakucs Pál*, *Konrád József*, *Kormány Gyula*, *Kovács Eleonóra*, *Kovács Zsuzsanna*, *Kramárné Máté Anna*, *Kranczler Mária*, *Magyarics Katalin*, *Mede Zoltán*, *Medve Ferenc dr.*, *Mekis Éva*, *Mészáros Ernőné*, *Mikó Sándor*, *Molnár Béláné*, *Nagy Katalin*, *Németh Mária*, *Raikó Ilona*, *Sallai Márta*, *Sipos Győző*, *Székyne dr. Fux Vilma*, *Szendrey Ferencné*, *Szűcs Attila*, *Tikász István*, *Tóth György*, *Török Antal*, *Tutsek Endre*, *Varga Béláné*, *Vitányi Béla* és *Völgyesi Sándor*.

Bozó Pál — Kakas József

## SZEMINÁRIUM VITORLÁZÓREPÜLŐK SZÁMÁRA

A vitorlázórepülés nemzetközi tudományos szervezete, az OSTIV, a WMO támogatásával 1979. május 1–15. között Oberpfaffenhofenben (NSZK) szemináriumot szervezett; középponti témája a vitorlázórepülőkhöz készülő előrelépési módszerek megvitatása és átadása volt. A szeminárium résztvevőit az OSTIV a vitorlázórepülésben és a meteorológiában egyaránt jártas személyekből válogatták ki. A résztvevő 25 fő kilenc országból érkezett, többségében a nemzeti meteorológiai szolgálatok kiküldöttjeiként. A magyar szolgálatot a Központi Előrelépési Intézet részéről e sorok írója képviselte.

Az OSTIV szemináriumnak a oberpfaffenhofeni repülőtéren levő Légkörfizikai Intézet adott otthont. Ez az intézet a vitorlázórepülés szoros kapcsolatban van. *Fortak* professzor kezdeményezésére a vitorlázórepülőgépet a mezo- és mikroskálájú légköri objektumok tanulmányozására, légszennyeződései, sugárzási és egyéb mérésekre is alkalmazzák. Erre a célra különösen alkalmasak az intézet motorral felszerelt műanyag építésű vitorlázó repülőgépei, amelyek működő és leállított motorral egyaránt, viszonylag kis sebességgel képesek repülni, ugyanakkor a motor segítségével hosszabb ideig tudnak helyhez rögzített méréseket végrehajtani.

A szeminárium elméleti foglalkozásain igen sokféle téma került napirendre. Behatóan foglalkoztak a termikkel, ennek keletkezési mechanizmusával, energetikai problémáival, a konvekció különböző jellemzőivel, az időjárási helyzetekkel való kapcsolatával és természetesen az előrejelzés lehetőségeivel. Az előadásokat követő kötetlen jellegű megbeszéléseken mód nyílt a hazánkban elért termikkutatások eddigi eredményeinek ismertetésére is. Előadások hangzottak el a felhőút, a lee-hullám keletkezése és előrejelzése, a nagy kiterjedésű és magas hegységek (mint például az Alpok) között kialakuló konvekció természetéről, a mezoskálájú légköri képződmények (instabilitási vonalak, *sea-breeze* stb.) analízise és előrejelzése témaköréből. Vita tárgya volt a felhőút fölött kialakuló hullámtér létezése. Egyelőre kevés az ilyen jellegű megfigyelés, s ezért ma még a legszűlsebb nézetek csapnak össze.

A meghívott előadók között szerepelt *J. Kuettner* professzor, aki a már korábban publikált felhőútelméletét ismertette és kitért az egyenlítői konvergencia zónában kialakuló konvekció legfontosabb jellemzőire, amelyeket a GATE-program során tapasztaltak (mint ismeretes, ennek a nagyszabású programnak egyik vezető személye volt *Kuettner* professzor). Az előadók lépten-nyomon a különböző technikával készült műhold-felvételekkel (például 3 perces időközönként fényképezett felhőképek felgyorsításával) illusztrálták anyagai-

kat. Az előadások lényegében kiegészítették a WMO 158-as számú kézikönyvét (*Handbook of Meteorological Forecasting for Soaring Flight*), amely a legjobb összefoglaló kiadvány ebben a témában.

A találkozón megvitatásra és elfogadásra került a vitorlázórepülő egységes meteorológiai szimbólum- és nyomtatványforma rendszere (megjegyezzük, hogy az idei versenyévad indulásával megkezdjük alkalmazásukat a hazai vitorlázórepülő versenyeken). Jól sikerültek a szeminárium gyakorlati foglalkozásai. Ezek közé rendszeres repüléseket iktattak be. A mindennapos repülések kettős célt szolgáltak. Egyrészt gyakorlatot szerezni a repülőgépes hőmérséklet- és nedvességmérés technikájában és értékelésében. A hőmérséklet és a nedvesség magassággal való eloszlásának ismerete ugyanis nélkülözhetetlen a vitorlázórepülő előrejelzések készítésekor. Ehhez igen jó eszköz a motoros sportrepülőgép és a rádióirányítású repülőgép modell. A repülések másik célja ellenőrző és visszacsatoló jellegű volt. A résztvevők az időjárás helyzet függvényében mindennap kitértek egy repülési útvonalat. Ezt a szimulált versenyfeladatot részben megrepülték és valóságos körülmények között ellenőrizték a termikekre és az egyéb mezoszkálájú időjárás folyamatokra készített prognózisok bevalását. A rendezők még számos programmal (kirándulás szervezés, találkozás az NSZK vitorlázórepülő válogatott keret tagjaival stb.) tették színessé a kétéhetes továbbképzést. Külön elismerés illeti *M. Reinhardt* igazgatót, aki a résztvevőknek szakmai és egyéb ügyekben messzemenő személyes segítséget nyújtott.

Szalma J.

✱

## CSAPADÉK — CSAPADÉKMÉRÉS — VÍZGAZDÁLKODÁS

A Magyar Meteorológiai Társaság a Magyar Hidrológiai Társaság hidraulikai és műszaki-hidrológiai szakosztályának közreműködésével 1979. május 10-én tartott előadóülésén *Salamín Pál* egyetemi tanár, a MMT tiszteleti tagja fejtette ki nézeteit a címben kifejezett természeti jelenség (meteorológiai elem) és a vízgazdálkodás sokrétű kapcsolatáról.

Ez a kapcsolat mind a tudományos kutatás, mind pedig a vízgazdálkodás gyakorlata szempontjából csak abban az esetben értelmezhető, kezelhető, ha a meteorológus a csapadékokat valamilyen — rendszerint többféle — mérési módszerrel legalább kvalitatív, de az esetek többségében kvantitatív formában is adja a hidrológus kezébe. E kapcsolat teljes felderítése érdekében folytatott munkálkodás, együttműködés során lassan-lassan az a sajátságos helyzet alakult ki, hogy a csapadékjelenségek pontos definiálására, minőségi becsülésére, meny-

nyiségének mérésére a hidrológus éppúgy jogot formál, mint a meteorológus. Tehát annak ellenére, hogy a csapadék keletkezésének, a csapadékjelenségek idő- és térbeli lefolyásának és végtermékei (eső, hó stb.) mennyiségi meghatározásának magyarázatával, leírásával, illetve elvégzésével a meteorológus munkáját — az időjáráselőrejelzést kivéve — befejezettek tekinthetjük, mégis az a gyakorlat alakult ki, hogy a csapadékkal, főleg tér- és időbeli sajátosságaival, mennyiségével a meteorológussal rendszerint együttműködve, de igen gyakran egyedül foglalkozik a hidrológus. Nem szabad ezen csodálkoznunk, sőt talán inkább azt mondhatjuk, hogy öröndetes helyzet ez, mert az egymáséitól eltérő szemléletű szakemberek ugyanazon a kutatási területen sokkal több eredményt érnek el, mint ha egyik vagy másik kisajátítaná magának ezt a területet.

Erről a problémakörrel tartotta *Salamín Pál* nagyon világos, a nagyszámú hallgatóság érdeklődését végig lekötő érdekes, tudománytörténeti áttekintéssel kibővített, a kutatási eredményeket rendszerező, értékelő előadását. A felkért hozzászólók: *Visnovszky Iván* (OVH), *Péczy György* egyetemi tanár (JATE) és a megjelenésben akadályozott *Winter János* helyett és nevében *Kontur István* (BME) a problémakör egy-egy elméleti vagy gyakorlati vonatkozását emelték ki. Az előadást követő vitának a korreferátumok által inspirált résztvevői: *Szigyártó Zoltán*, *Homoródi András*, *Zsuffa István* (a MHT hidraulikai és műszaki-hidrológiai szakosztályának elnöke) és *Dobai Ferenc* a hidrológusok és a meteorológusok együttműködésének e téren is remélhető jó gyümölcseit, illetve egy-egy régebbi vagy mai, vitatott, a témához kapcsolódó módszertani, osztályozási, elméleti kérdést vetett fel.

E beszámoló szerzőjének, mint az ülés elnökének könnyű dolga volt, amikor a kiváló előadás, a lényegest fessegető hozzászólások után zárószó címén összefoglalást kellett adnia: azt mondta el, amit most leírt.

*Kéri Menyhért*

✱

## KLÍMA-LABORATÓRIUM AZ ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI INTÉZETBEN

Az MMT orvosmeteorológiai szakosztálya 1979. május 29-én félnapos program keretében ismerkedett meg az Építéstudományi Intézet új, immár néhány hónapja üzemben levő klíma-laboratóriumával. Az ÉTI Szentendre-Pannóniatelepi kísérleti területén 10 millió Ft beruházással létesült, világviszonylatban korszerű objektumot *Bánhidi László* főmunkatárs mutatta be az orvosmeteorológiát művelő vagy iránta érdeklődő szakemberek népes csoportjának.

A klímaszoba fiziológiai komfortját érintő tényezők a vezérlőhelyiségből programozhatóan

viszonylag tág tartományhatárokon belül, nagy pontossággal változtathatók. Így pl. a léghőmérséklet és a falhőmérséklet, sőt ez utóbbi az egyik hosszanti falon 6 egymástól független szektorra bontva, 0–40 °C között  $\pm 0,1$  °C pontossággal, a légnedvesség 20–90% között  $\pm 2,5\%$  pontossággal, a horizontális és vertikális légáramlás pedig 0–1 m/s között szabályozható. A fényerősség módosítható, de az ionizáció és az elektromágneses hatótényezők befolyásolása is terveik között szerepel. A klímaszoba mérete  $5 \times 3 \times 3$  m, tehát közelítőleg házigyári lakószoba méretű. Jelenleg berendezése is annak megfelelő, mert a folyamatban levő súlyponti vizsgálatuk éppen a lakótelepi lakások klimatikus komfortját kialakító körülmények meghatározását célozza, az energiatakarékossági szempontok függvényében.

A klímaszobához  $4 \times 3 \times 3$  m méretű, közel hasonlóan klimatizálható vizsgáló előtér csatlakozik, ahol a vizsgálati személyek benntartózkodás előtti és utáni fiziológiai és pszichikai állapotát rögzítik (testsúly, pulzus, test- és bőrhőmérséklet, EKG, pszichológiai tesztek stb.).

A klímaszobában tartózkodók viselkedése ipari tv-n figyelemmel kísérhető, a falon átvezetett vezeték-csatlakozók lehetővé teszik hosszabb benntartózkodás esetén több fiziológiai paraméter változásának folyamatos követését. A berendezéseket, műszerezettséget folyamatosan fejlesztik. Az adatgyűjtés, tárolás és feldolgozás fáradtságos munkáját rövidesen számítógépre bízzák. A látszatra nem nagy, könnyűszerkezetes épületben a klímaszoba, a vizsgáló-előtér, a klímaberendezések és az ellenőrző helyiség mellett három kényelmes kis kutatószobának is sikerült helyet szorítani. A viszonylag teljesen új objektumban már számos hazai intézménnyel és több külföldi (szovjet, dán, svéd) társintézzettel közös vizsgálatokat folytatnak.

A szakosztály rendezvényén résztvevők nagy érdeklődéssel fogadták a szakmai bemutatót, ennek bizonyosságaként élénk eszmecsere alakult ki a klímalabor további hasznosításának és az egyes kutatók régóta lappangó, de még mindig időszerű problémáinak megoldási lehetőségeiről.

*Gajzágó László*

# MEGJELENT

az Országos Meteorológiai Szolgálat Hivatalos kiadványaként  
a Magyarország Éghajlata sorozat 10. száma:

## A NAPSUGÁRZÁS MAGYARORSZÁGON 1958—1972

Szerkesztette: Dr. Major György

A 80 oldalas, 21×29 cm méretű sugárzási atlasz 65, többszínnyomatú térképen bemutatja a sugárzási összetevőknek (napfénytartam, teljes napsugárzás, szórt sugárzás, albedó és sugárzási egyenleg) havonkénti átlagos eloszlását az ország területén; ezzel párhuzamosan 24 táblázatban 12 állomáson a napsetés valószínűségének napi járását s az ész-sugárzás gyakorisági eloszlását, másik 24 oszlopdiagram a szórt sugárzás s a sugárzási egyenleg Budapesten mért napi értékeinek valószínűségét, gyakoriságát mutatja be. Külön érdeklődésre tarthat számot az a 48 diagram, amely a napsugárzásból az épületek négy fő égtáj irányába néző függőleges felületeire jutó energiamennyiség nap-összegeinek havonkénti gyakoriságát, átlagát és szórását ábrázolja, ugyancsak a budapesti mérések alapján.

Megrendelhető az Országos Meteorológiai Szolgálat Gazdasági Osztályán,  
Budapest, Kitaibel Pál utca 1. 1024 Levélcím: Budapest, Postafiók 38. 1525  
Ára: 110,— Ft

## 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: HAJÓSY FERENC, KAKAS JÓZSEF, KÉRI MENYHÉRT: A csapadék havi és évi összegei Magyarországon a mérések kezdetétől 1970-ig. Magyar és német nyelven. Budapest, 1975. 356 A/4 lap. Ára fűzve: 520,— Ft.

### 2. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT KISEBB KIADVÁNYAI:

44. szám: MAJOR GYÖRGY—MISKOLCI FERENC—MOLNÁR GYULA: A légköri hőmérséklet műholdas szondázásának kutatása Magyarországon (Angol nyelven). Budapest, 1978. 70 B/5 oldal. Ára fűzve: 25,— Ft.
45. szám: TAKÁCS ÁGNES—TITKOS ERVIN: Az időjárás előrejelzésének komplex modellje (magyar és angol nyelven). Budapest, 1978. 97 B/5 oldal. Ára fűzve: 25,— Ft.
46. szám: GÖTZ GUSZTÁV: A latens hőfelszabadulás szerepe a szinoptikus skálájú mozgásrendszerek fejlődésében (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, 155  
Postafiók 38.

**AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA**

**A szerkesztésért felel: dr. Szepesiné Lőrincz Anna**

---

**Szerkesztőség: Budapest, Kitaibel Pál utca 1. 1024**

**Levél cím: Budapest, Pf. 38. 1525. Tel: 353-500**

**Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levél cím: Budapest, Pf. 223. 1906**

**Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató**



**Athenaeum Nyomda, 79.0905 Budapest — Íves magasnyomás**

**Felelős vezető: Soproni Béla vezérigazgató**

**Előfizetés: 1 évre 180 Ft. Megrendelhető: Az Országos Meteorológiai Szolgálat Pénzügyi Osztályán,  
Budapest, Kitaibel Pál utca 1. 1024. Levél cím Budapest, Pf. 38. 1525. Megjelenik kéthavonként. Egyes szám ára: 30 Ft**

---

**INDEX: 26 361**

**HU ISSN 0324—6329**