

IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

TARTALOM

<i>Péczely György</i> : Egyidejű légnyomási havi anomáliák kapcsolatának földgömbi rendszere	313
<i>Simon Antal</i> : Az alsó troposzféra rádiós törésmutatója	320
<i>Varga-Haszonits Zoltán</i> : Az őszi búza területi termésátlagának előrejelzése meteorológiai paraméterek alapján ...	332
<i>Bartha Imre</i> – <i>Mezősi Miklós</i> : Elektromos szélmérők optimális mintavételi időtartama	341
<i>Molnár Gyula</i> : Műholdas hőmérsékleti profilok hibavizsgálata	350
<i>Herendi István</i> : A csapadék napi hozamai szekuláris sorok alapján	359
Irodalom	366
Krónika	368

CONTENTS

<i>Péczely, G.</i> : The global system of the connection of the simultaneous monthly pressure anomalies	313
<i>Simon, A.</i> : Radio refractive index of the lower troposphere	320
<i>Varga-Haszonits, Z.</i> : Forecasting of the areal average crop yield of autumn wheat on the basis of meteorological parameters	332
<i>Bartha, I.</i> – <i>Mezősi, M.</i> : Optimum sampling period of electric anemometers ..	341
<i>Molnár, G.</i> : Error analysis of satellite temperature profiles	350
<i>Herendi, I.</i> : The investigation of the daily amount of precipitation on the basis of time series	359
Literature	366
Chronicle	368

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)

ANTAL E. (Budapest)

BESSEMOULIN, M. J. (Paris)

BÖHME, W. (Potsdam)

BUDYKO, M. I. (Leningrad)

ČADEŽ, M. (Beograd)

DAVITAJA, F. F. (Tbiliszi)

GÖTZ G. (Budapest)

GULYÁS O. (Budapest)

KONČEK, M. (Bratislava)

LOGVINOV, K. (Kijev)

MÄDE, A. (Halle/Saale)

NGUYEN-XIEN (Hanoi)

OKOLOWICZ, W. (Warszawa)

PASZINSKY, J. (Warszawa)

PÉCZELY GY. (Szeged)

RADINOVIĆ, D. (Beograd)

RÁKÓCZI F. (Budapest)

ŠAMAJ, F. (Bratislava)

STEINHAUSER, F. (Wien)

STELCZER K. (Budapest)

SZEPESI D. (Budapest)

TAKEUCHI, K. (Tokio)

TUVDENDORZS, D. (Ulan-Bator)

VARGA-HASZONITS Z. (Budapest)

VITEK, V. (Praha)

ELNÖK - CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD:

MÉSZÁROS E. (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. 6. szám. 1979. november – december
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 6. Nov – Dec. 1979. Budapest

Egyidejű légnyomási havi anomáliák kapcsolatának földgömbi rendszere

PÉCZELY GYÖRGY, JATE Éghajlattani Tanszéke, Szeged

Összefoglalás. A tanulmány négy légnyomási hatásközpont (észak-atlanti szubtrópusi anticiklon, dél-atlanti szubtrópusi anticiklon, belső-ázsiai termikus téli anticiklon, délnyugat-ázsiai termikus nyári depresszió) havi bárikus anomáliáit korrelálja a Föld különböző területeinek egyidejű havi bárikus anomáliáival. A téli és a nyári évszakra vonatkozó korrelációs együtthatók földgömbi eloszlását az 1.–6. ábra szemlélteti. A korrelációs térképek szerint a szubtrópusi anticiklonokra vonatkozó korrelációs mezők alapvetően zónális szerkezetet mutatnak. Mind az észak-atlanti, mind pedig a dél-atlanti hatásközpont közös sajátossága, hogy légnyomásuk a szubpoláris övezet légnyomásával erős negatív kapcsolatban áll. Ez jól kitűnik a hatásközpontokra vonatkozó meridiánmenti korrelációs értékek változásából is, amelyeket a 7. ábra mutat be. Hasonló jellegű korrelációs függvény vezethető le az északi-félgömb szélességi körönként átlagolt légnyomási értékeinek kapcsolatára is, amelyek korrelációs értékeit az I. és II. táblázat tartalmazza.

✱

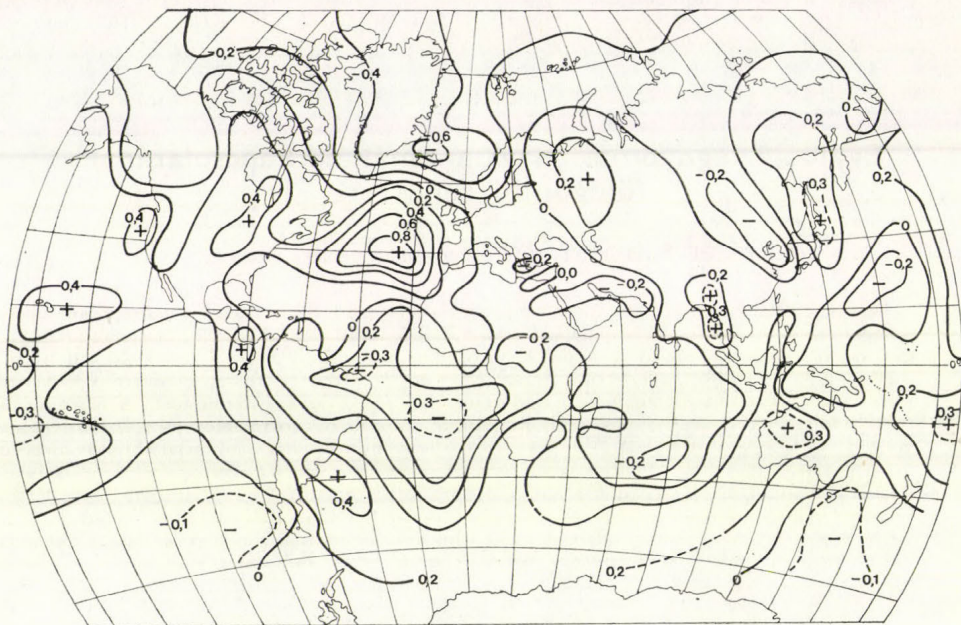
The global system of the connection of the simultaneous monthly pressure anomalies. The study correlates the monthly pressure anomalies of the four action centres (North Atlantic subtropical anticyclone, South Atlantic subtropical anticyclone, thermal winter anticyclone of Central Asia and summer depression of South West Asia) with contemporary monthly pressure anomalies of the different territory of the world. The global distribution of the correlation coefficient related to the winter and summer season can be seen in Figure 1 to 6. According to the correlation map the correlation fields of the subtropical anticyclone has essentially zonal structure. The common characteristic both of the North Atlantic and the South Atlantic action centres is, that its pressure has a strong negative connection with the pressure of the sub-polar belt. This appears well from the fluctuation of the correlation values along the meridian related to the action centres, which can be seen in Figure 7. Similar correlation function can be deduced for the relation of the latitudinal averaged pressure value of the northern hemisphere. These correlation values are given in Table I and II.

✱

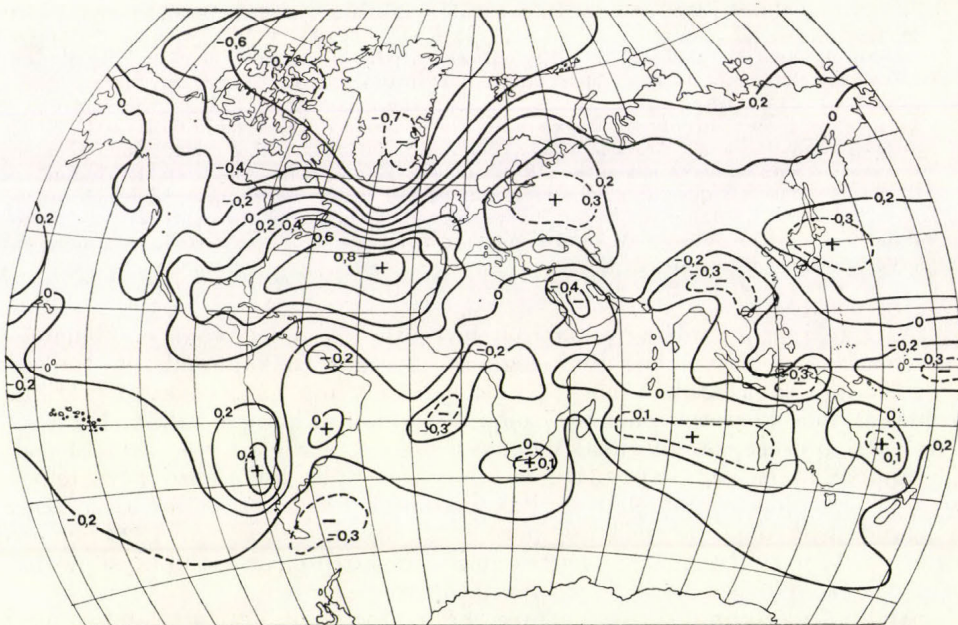
Az általános cirkuláció anomáliái levezethetők a légnyomás anomáliáinak eloszlásából. Mivel bolygónk légköre egységes fizikai rendszer, tömege pedig állandó, szükségszerű, hogy a Föld valamely pontján tapasztalt bárikus anomáliát más körzetek ellenkező előjelű anomáliái kompenzálják. Érdeklődésre tarthat ezért számot annak elemzése, hogy egy adott térség légnyomásának anomáliái milyen kapcsolatban állanak a Föld különböző körzeteinek egyidejű légnyomási anomáliáival. E kapcsolatok feltárása, amint arra Exner az izlandi légnyomás korrelációs mezejének vizsgálatakor már 1924-ben rámutatott [1], megvilágíthatja a légnyomási hatásközpontok kialakulási mechanizmusát és egymás közötti kölcsönhatásuk rendszerét.

Alább ismertetendő vizsgálatunk során négy éghajlati értelemben vett légnyomási hatásközpont havi bárikus anomáliáit korreláltuk a Föld külön-

böző területeinek egyidejű havi bárikus anomáliáival és előállítottuk az adott hatásközpontra vonatkoztatott korrelációs értékek mezőit. A vizsgált légnyomási hatásközpontok a következők: 1. Észak-atlanti szubtrópusi anti-



1. ábra : Havi bárikus anomáliák korrelációs mezője (Punta Delgada, dec. – febr.)

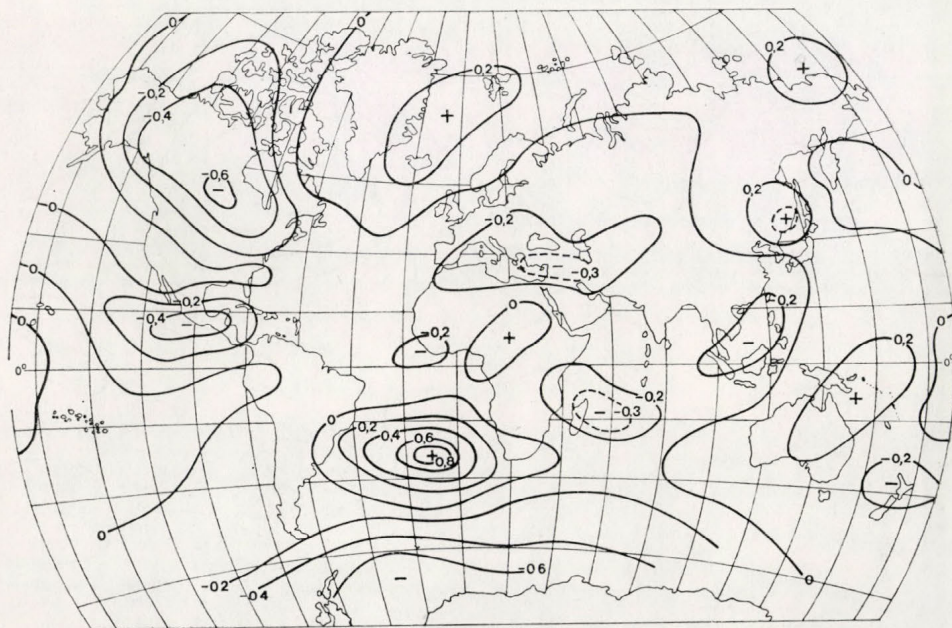


2. ábra : Havi bárikus anomáliák korrelációs mezője (Punta Delgada, jún. – aug.)

ciklon (bázisállomás: Punta Delgada), 2. Dél-atlanti szubtrópusi anticiklon (bázisállomás: a $\varphi = 30^\circ\text{S}$, $\lambda = 10^\circ\text{W}$ pont), 3. Belső-ázsiai termikus téli anticiklon (bázisállomás: Irkutszk), 4. Délnyugat-ázsiai termikus nyári depresszió (bázisállomás: Karachi). Az elemzéshez – biztosítva a lehetőség szerinti egyenletes földgömbi elosztást és a hálózat kellő sűrűségét – 214 állomás havi átlagos légnyomásából képezett anomáliákat vettük figyelembe az 1951 – 1960. időszakból [2]. A vizsgálat a téli (dec. – febr.) és a nyári (jún. – aug.) 3 hónap légnyomási anomáliáira terjedt ki, így a térképeken ábrázolt évszakokra vonatkozó korrelációs együtthatókat állomáspáronként 30 légnyomás havi anomáliából határoztuk meg.

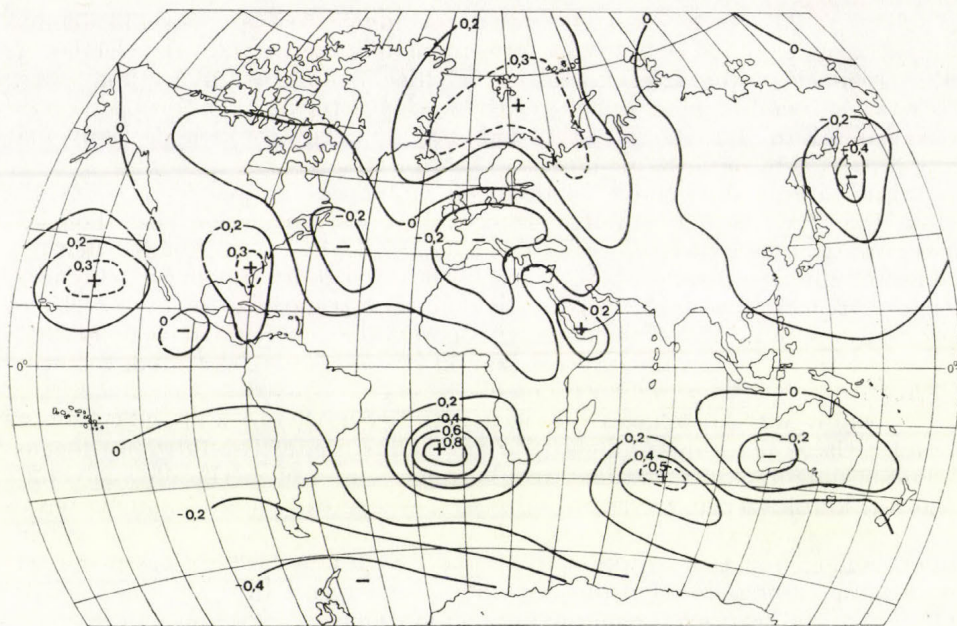
Számításaink eredményét 6 térképen mutatjuk be. Az 1. és 2. ábra az észak-atlanti, a 3. és 4. ábra a dél-atlanti szubtrópusi anticiklon bázisállomására vonatkozó téli és nyári korrelációs mezőt, az 5. ábra a belső-ázsiai téli termikus anticiklon bázisállomására vonatkozó téli, a 6. ábra pedig a délnyugat-ázsiai nyári termikus depresszió bázisállomására vonatkozó nyári korrelációs mezőt szemlélteti. A korrelációs együtthatók közül a vizsgálatban szereplő $n = 30$ esetről a 0,05 valószínűségi szinten statisztikailag reálisnak tekinthetők azok, amelyekre $|r| > 0,35$ teljesedik.

A bemutatott korrelációs mezők között egy alapvető különbség azonnal megállapítható. Ez abban áll, hogy a dinamikus eredetű szubtrópusi magasságú centrumokra vonatkoztatott korrelációs mezők szerkezete alapvetően szélességi körök szerint rendezett *sávós felépítést* mutat, míg a döntően termikus eredetű hatásközpontok jellemző pontjaira vonatkoztatott korrelációs mezők homogén-izotróp szerkezetre utalnak. Ez főként a belső-ázsiai téli termikus anticiklonnál szembevetendő. További említésre méltó és az általános cirkulációra vonatkozó jelen ismereteink alapján nehezen értelmezhető tény az, hogy a kapott korrelációs mezők többségénél (így az 1., 2., 3., 4. és 5. ábrán

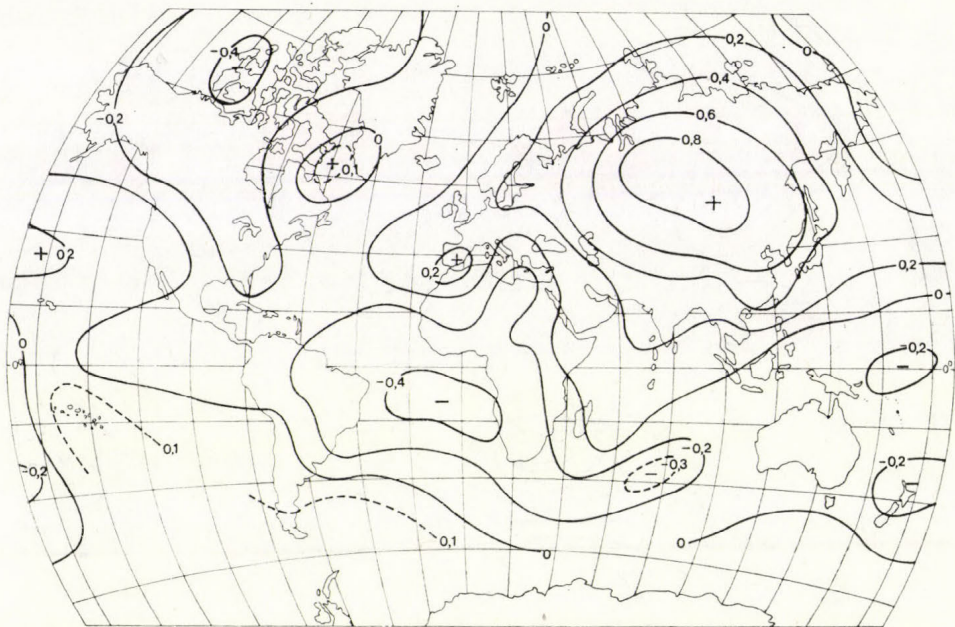


3. ábra : Havi bárikus anomáliák korrelációs mezője ($\varphi = 30^\circ\text{S}$, $\lambda = 10^\circ\text{W}$, jún. – aug.)

szemléltetett mezőknél) a hatásközpontoktól olykor egészen távoli területek légnyomásváltozásai is statisztikailag reális kapcsolatot jeleznek. Ennek különösen jellemző példáját mutatja a 3. ábra, amely szerint a déli félgömb telének



4. ábra: Havi bárikus anomáliák korrelációs mezője ($\varphi = 30^{\circ}\text{S}$, $\lambda = 10^{\circ}\text{W}$, dec. – febr.)

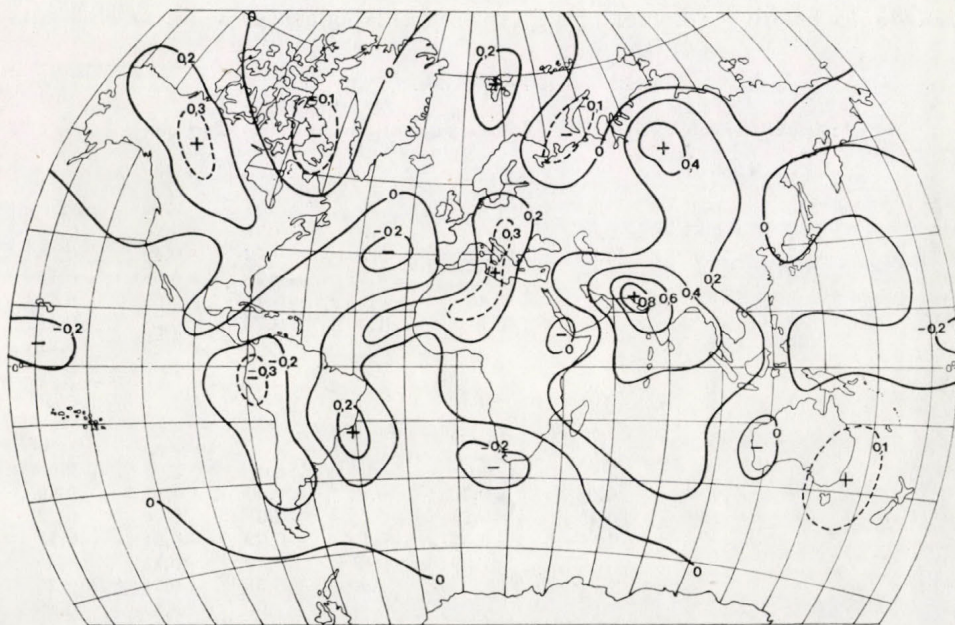


5. ábra. Havi bárikus anomáliák korrelációs mezője (Irkutsk, dec. – febr.)

idején igen erős negatív kapcsolat ($r < -0,6$) áll fenn a dél-atlanti szubtrópusi anticiklon bázisállomása és az észak-amerikai kontinens középső területeinek egyidejű légnyomása között.

Szembetűnő továbbá az észak-atlanti és a dél-atlanti szubtrópusi anticiklonok bázisállomásaira vonatkoztatott korrelációs mezők alapvető hasonlósága. Ennek lényege abban áll, hogy mindkét anticiklonális terület légnyomása erős negatív kapcsolatban áll a szubpoláris alacsony nyomású területek légnyomásával, amely az északi félgömbre Punta Delgada – Stykkisholmur vonatkozásában Hann vizsgálataiból már régóta ismeretes [1]. A dél-atlanti szubtrópusi magasnyomás területére talált hasonló kapcsolat (3. és 4. ábra) arra utal, hogy a szubtrópusi anticiklonok felépülésének genetikája mind az északi, mind a déli félgömbön azonos. Ennek lényege az, hogy a szubtrópusi magasnyomású övezet levegőtöbbletét nagyjából a poláris területekről eltávozó levegőtömegekből fedezi, s létrejöttében csak kisebb mértékben vesznek részt a trópuson belüli konvergencia-zóna (ITCZ) mentén felemelkedő és poláris irányba távozó levegőmennyiségek. Ez a folyamat az észak-atlanti szubtrópusi anticiklonális terület naponkénti légnyomásváltozásaiban jól nyomon követhető, s időbeli lezajlására átlagosan 5–10 nap adódott [3], így az a havi légnyomási anomáliákban jól tükröződik.

Az észak-atlanti és dél-atlanti szubtrópusi anticiklonokra vonatkozó korrelációs mezők hasonlóságát még szemléletesebben érzékelteti a 7. ábra. Ezen azt tüntettük fel, hogy a vizsgált hatásközpontok bázisállomásain áthaladó teljes délkör mentén mi módon változik poláris, illetve ekvatoriális irányban a korrelációs együttható értéke a téli és a nyári évszak során (a görbék hiányzó szakaszai adathiányra utalnak). Mindkét képződménynél szembe-tűnő a poláris irányban mintegy $30^\circ - 40^\circ$ meridiánmenti távolságban (tehát kb. a $60^\circ - 70^\circ$ É-i, ill. D-i szélességek között) a szubpoláris övezetben megjelenő

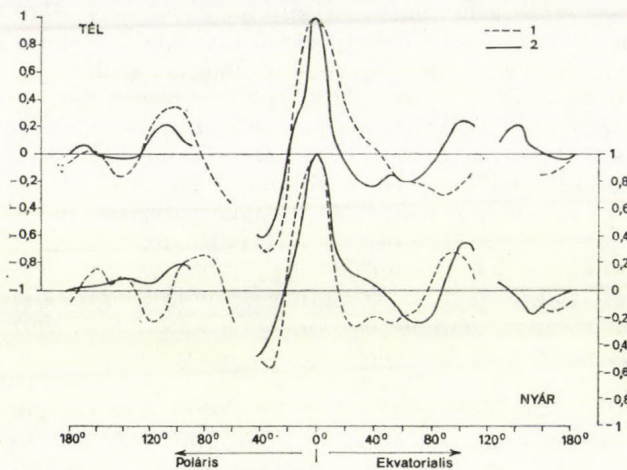


6. ábra: Havi bárikus anomáliák korrelációs mezője (Karachi, jún. – aug.)

erős ellentétes kapcsolat, amely különösen a *téli évszakban* karakterisztikus. Ezzel szemben a trópusi övezet légnymásával fennálló negatív kapcsolat egyik hatásközpont esetén sem tekinthető statisztikailag reálisnak.

A 7. ábrán feltüntetett korrelációs függvények periódushossza átlagosan 90° meridiánmenti távolságra (azaz kereken 10 000 km-re) tehető, s a korrelációs értékek változása a bázisállomástól *poláris irányba* haladva az

$$r = \exp(-0,016 d) \cos(4 d) \quad (1)$$



7. ábra: Az észak-atlanti (1) és dél-atlanti (2) szubtrópusi anticiklonok bázisállomására vonatkozó meridiánmenti légnymómási korrelációs függvény

egyenlettel közelíthető, ahol d a bázisállomáson áthaladó meridiánon a bázisállomástól szögfokban mért távolságot jelent ($1 d = 1^\circ \approx 111$ km). *Ekvatoriális irányba* haladva a korrelációs függvény csillapodása erősebb, az első mini-

I. TÁBLÁZAT

Az északi-félgömb övezetenkénti átlagos légnymomásának kölcsönös korrelációi

$\varphi =$	Január								
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	
90°	1,00	0,87	0,58	0,00	-0,70	-0,54	-0,28	-0,03	
80°		1,00	0,79	0,29	-0,70	-0,72	-0,49	-0,04	
70°			1,00	0,71	-0,48	-0,78	-0,68	-0,16	
60°				1,00	0,14	-0,48	-0,67	-0,41	
50°					1,00	0,73	0,28	-0,18	
40°						1,00	0,79	0,21	
30°							1,00	0,38	
20°								1,00	

$\varphi =$	Július								
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	
90°	1,00	0,85	0,06	-0,36	-0,43	-0,40	0,13	0,39	
80°		1,00	0,40	-0,28	-0,55	-0,38	0,06	0,22	
70°			1,00	0,53	-0,10	-0,02	-0,21	-0,19	
60°				1,00	0,61	0,29	-0,13	-0,35	
50°					1,00	0,55	0,21	-0,25	
40°						1,00	0,30	-0,48	
30°							1,00	0,47	
20°								1,00	

mumnál csupán $-0,25$ körüli korrelációs együtthatót kapunk, szemben a poláris irányban tapasztalt $-0,65$ körüli értékű első minimummal. Ennek megfelelően az ekvatoriális irányban értelmezett korrelációs függvény

$$r = \exp(-0,031d) \cos(4d) \quad (2)$$

alakú lesz. Ez összhangban áll a szubtrópusi anticiklonok felépülésének előzőekben vázolt valószínű mechanizmusával.

II. TÁBLÁZAT

Az északi-félgömb övezetenkénti átlagos légnyomásának korrelációs függvénye

$d =$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
jan.	1,00	0,63	0,15	-0,47	-0,62	-0,40	-0,16	-0,03
júl.	1,00	0,53	-0,05	-0,26	-0,34	-0,18	0,17	0,39

Továbbiakban megvizsgáltuk, hogy a légnyomás övezetes átlagai között fennáll-e hasonló jellegű kapcsolat. Ennek feltárásához a légnyomás északi félgömbre vonatkozó szélességi körök szerinti havi átlagainak adatsorát használtuk fel az 1931–1960. időszakból [4], a téli állapotot a januári, a nyári állapotot pedig a júliusi adatokkal rögzítve. A rendelkezésre álló adatok a $\varphi = 90^\circ\text{N} - \varphi = 20^\circ\text{N}$ közötti területre vonatkoztak. A korrelációs értékeket az *I. táblázat* tartalmazza. Az adatok szerint a szélességi körök átlagos légnyomásának anomáliái nagyon hasonló korrelációs rendszert mutatnak a szubtrópusi anticiklonoknál találthoz. A *II. táblázatban* közölt, adott meridiánmenti távolsághoz tartozó korrelációs értékek átlagaiból nyert korrelációs függvények alakja a következő:

$$\begin{aligned} r_{\text{jan}} &= \exp(-0,012 d) \cos(4,86 d) \\ r_{\text{júl}} &= \exp(-0,026 d) \cos(4,86 d) \end{aligned} \quad (3)$$

ahol d jelentése ugyanaz, mint az (1) és (2) összefüggésekben.

A hullámhossz, mint az a (3) összefüggésekből kitűnik, itt valamivel rövidebb (kereken 8500 km), mint a szubtrópusi anticiklonok korrelációs függvényeinél, s a nyári állapotot leíró korrelációs függvény csillapodása erősebb, mint a télié.

Úgy látszik tehát, hogy a Föld légnyomási anomáliamezőjének alapvető tulajdonsága az övezetek között fennálló kapcsolat, amelynek jellegét a bemutatott korrelációs függvények érzékeltetik. A globális légnyomási mező további jellegzetes tulajdonságaira a különböző hatásközpontok közötti egyidejű, illetve időben csúsztatott korrelációk elemzése világíthat rá.

IRODALOM

- [1] *Exner, F. M.*: Monatliche Luftdruck und Temperaturanomalien auf der Erde. Korrelationen des Luftdrucks auf Island mit dem anderer Orte. Wien, 1924.
- [2] *World Weather Records 1951–60*. Vol. 1–6. Washington, D.C. 1965.
- [3] *Péczeley, Gy.*: A szubtrópusi maximumok regenerálódásának kérdéséhez. *Időjárás* 58. pp. 65–71. 1954.
- [4] *Dinies, E.*: Monatliche und jährliche Breitenkreismittel des Luftdrucks auf der Nordhalbkugel für die Jahre 1899 bis 1967. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 109. Offenbach a.M. 1968.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 6. szám. 1979. november – december
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83, No 6, Nov – Dec. 1979. Budapest

Az alsó-troposzféra rádiós törésmutatója

SIMON ANTAL, Központi Meteorológiai Intézet, Budapest

Összefoglalás. A troposzféra rádiós törésmutatója a rádiós horizont környékén már jelentősen befolyásolja a 30 MHz-nél nagyobb rádiófrekvenciákat. A légkör hatása miatt szükséges az alsó-troposzféra törésmutatójának idő- és térbeli változásait részletesen feltárni. A Kárpát-medencében rendszeres törésmutató változások a talajközelségben és az alsó-troposzférában 4 km magasságig 10 és 50 éves meteorológiai adatsorok igénybevételével kerültek értékelésre. A vizsgálatok szerint a törésmutató jelentős változásai a nyári félévben jelentkeznek. A kapott eredmények felhasználásával rádióklíma körzeteket is ki lehetett jelölni. A törésmutató változásai összekapcsolhatók a troposzférában haladó rádióhullámok csillapodásával is.

✱

Radio refractive index of the lower troposphere. Near the radio horizon, the radio refractive index of the troposphere exerts a substantial influence on the radio frequencies greater than 30 MHz. In view of the effect of the atmosphere, a detailed investigation of the temporal and spatial changes of the refractive index of the lower troposphere is necessary. An evaluation of the systematic variations of the refractive index in the Carpathian basin near the ground and in the lower troposphere up to height of 4 km has been made on the basis of a 50-year and a 10-year meteorological data series, respectively. According to this study, the important changes of the refractive index occur in the summer half-year. It was also possible to delineate radio climatic regions on the basis of the results obtained. Relationships between the variations of the refractive index and the damping of radio waves in the troposphere could also be found.

✱

A Föld légköre az elektromágneses sugárzás teljes spektrumának csak kis tartományait ereszti át, a többi hullámhossz részére nagyrészt átlátszatlan. Az egyik átérésztési tartomány a látható fény, a másik pedig a fényspektrumnál alacsonyabb, a rádiófrekvenciák egy tartománya. A fényspektrum határai jól ismertek, a rádiótartomány alsó és felső határa a 30 MHz és 30 GHz rádiófrekvenciák körül van (*Marshall – Gordon, 1954*). Az infravörös és mikrohullámú spektroszkópiai vizsgálatokból ismeretes, hogy az oxigénmolekuláknak mágneses és a vízgőzmolekuláknak elektromos dipólmomentumuk van (*Gunn – East, 1954*). Ez azt jelenti, hogy a magas frekvenciájú, vagyis nagyon rövid hullámhosszú rádióhullámok légköri terjedését az oxigén és vízgőz a fellépő rezonanciahatás útján befolyásolja, csillapítja (*Becker – Autler, 1946*). A légkör mint nem ionizált gázközeg fizikai állapotával, vertikálisan eltérő hőmérsékleti és nedvességrétegződésével jelentősen befolyásolja a benne haladó elektromágneses sugárzásokat (*Klinker, 1955*).

Az ultra- és mikrohullámú rádiófrekvenciák általában az optikai látóhatárig, pontosabban normál légköri rétegződésnél az ún. „rádiós horizontig” terjednek, amely határ 4/3-os, azaz $R' = 8500$ km-es fiktív földszugárral számítható (*Megla, 1954*).

A mikro- és optikai hullámhosszú elektromágneses sugarakat a hidrometeorok igen jelentősen csillapítják. A csillapításban a csapadékintenzitás szerepe döntő, az intenzitás növekedésével a csillapítás (dB/km-ben mért) értéke arányosan növekszik (*Battesti—Boithias—Misme*, 1971). A talajközelen vagy magasabb szintben fellépő erős hőmérsékleti, vagy nedvesség-inverzió ($>7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$; $>1\text{ g/kg}/100\text{ m}$ specifikus nedvesség; *Hough*, 1976) és az alatta elhelyezkedő talaj vagy szintén lényegesen eltérő törésmutatójú légréteg együttesen hullámvezetőként (duct) szerepel és az elméleti hatótávolság többszörösére juttatja el a rádióhullámokat. Végül az alsótroposzférában fellépő turbulencia (1 cm – 10 m átmérőjű elemeivel) szórja a rádióhullámoknak a turbulenciaelemekkel összemérhető spektrumát (*Booker—Gordon*, 1950), esetleg nagyobb távolságokra ($>1000\text{ km}$) is eljuttatva azokat. A légkörben, mint gázközegben haladó elektromágneses sugárzás útját – optikai analógiára – a rádiós törésmutató határozza meg.

Az ultra- és mikro-rádióhullámok gyakorlati felhasználása napjainkban már igen elterjedt, ezért a hullámterjedés meteorológiai feltételeinek részletes felderítése egyre fontosabbá válik. Például rádióhálózatok tervezésénél a légkör zavaró hatásait igyekeznek kiküszöbölni, azonban éppen a növekvő számú alkalmazás miatt egyre kevésbé hanyagolható el a távolabbi rádióhálózatok meteorológiai okok miatti időszakos kölcsönös zavartatásának kérdése. Mint említettük, a légkör részben csökkenti, de sok esetben növeli is az elméleti terjedési hatótávolságot. Nagy megbízhatóságú távközlő vagy távmérő ultra-, mikro- vagy optikai frekvenciákat igénybe vevő vezeték nélküli rendszerek kiépítése és üzemeltetése csak a meteorológiai változások fokozott figyelembevételével lehetséges. A koherens fényt kibocsátó optikai kvantumgenerátorok kifejlesztésével a vezeték nélküli fénytelefon alkalmazása is megkezdődött, a légkör zavaró hatása e frekvenciasávra azonban még kifejezettebb. A légkör zavaró hatásait különböző technikai megoldásokkal minden felhasználási területen igyekeznek kikerülni, azonban a jövőben csak a meteorológiai elemek folyamatos és fokozott figyelembevételével válik lehetővé a különböző távközlő rendszerek hatékonyságát növelni. E megállapítás részben az űrtávközlésre is vonatkozik.

A magas rádiófrekvenciák meteorológiai alkalmazásánál már klasszikusnak tekinthető a radar igénybevétele a hidrometeorok térbeli eloszlásának meghatározására (*Kapovits*, 1975). De ide sorolható a Doppler-radar vertikális széleloszlás megállapítására (*Booker*, 1948), vagy az irányított radarrendszerek közvetlen turbulencia mérésre való felhasználása (*Booker—Gordon*, 1950). A meteorológiai alkalmazások sorában felemlíthető még a rádiórefraktométerrel végrehajtható magassági légnedvességmérés is (*Barton—Unthank*, 1973). A felsorolt meteorológiai alkalmazások kellő értékeltségéhez is szükséges a levegő rádiós törésmutató térbeli és időbeli eloszlásának ismerete.

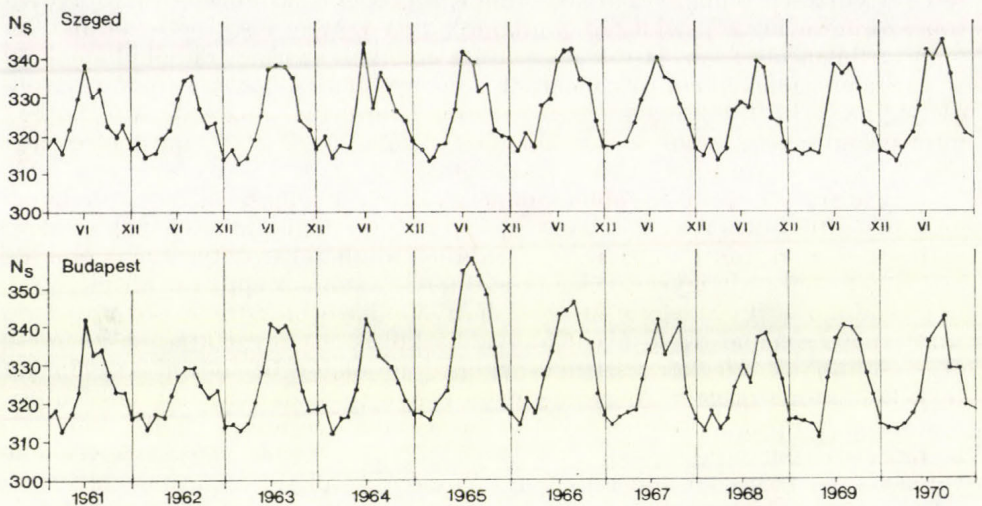
A normál összetételű levegő rádiós törésmutatója (n), vagy N -ben kifejezett törésmutatója három meteorológiai paraméterrel, a légnyomás (p), az abszolút hőmérséklet (T) és a vízgőznyomás (e) értékével fejezhető ki (*Smith—Weintraub*, 1953):

$$N = (n - 1) \cdot 10^6 = \frac{77,6}{T} (p + 4810Te). \quad (1)$$

A talaj fölötti 1 km-es légréteg törésmutató gradiense (ΔN) jó közelítéssel a talajszintre (N_s) és az 1 km magasságra (N_1) számított törésmutató értékek különbségeként állítható elő. A törésmutató magassági csökkenés pontos érté-

ke a törésmutató profil parciális differenciálása útján állítható elő. A pontos érték kiszámítása fáradságos munkát igényel, viszont a gyakorlati feladatok kielégítésére a differencia módszer is kellő pontosságot szolgáltat. Az egyszerűsített összefüggés tehát (CCIR, 1972):

$$\Delta N = N_s - N_1. \quad (2)$$



I. ábra. A talajközeli rádiós törésmutató havi középértékei (N_s) Szegeden és Budapesten az 1961 – 1970 közötti években

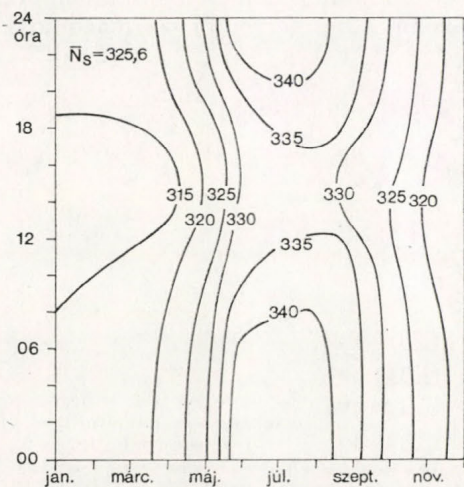
Jelen feldolgozással a Kárpát-medencére jellemző rádiós törésmutató érték tér- és időbeli eloszlását és változásait kívánjuk megvizsgálni. E célból lehetőleg teljes és homogén meteorológiai adathalmazt kellett előállítanunk. Korábbi feldolgozásainkhoz (Simon, 1976, 1977) képest a jelenleg közreadott adatok már teljes mértékben kielégítik e célkitűzést. A törésmutató térbeli eloszlásának vizsgálatára a *Magyarország Éghajlati Atlasza* (1967) 50 évi homogén adatsorait vettük igénybe. Közölt térképeink tehát az atlaszban szereplő meteorológiai alaptérképek speciális kiegészítésének is tekinthetők. Az időbeli változás vizsgálatára az 1961 – 1970. évek közötti 10 év meteorológiai

I. TÁBLÁZAT

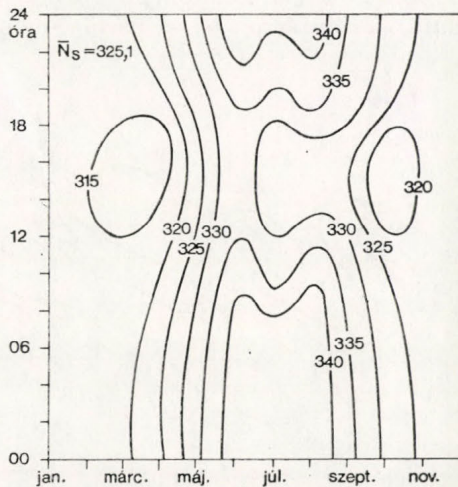
Az N_s törésmutató évi középértékei és szórásértékei ($\pm \delta$) Budapesten (Bp) és Szegeden (Sz), valamint a két állomás évi középértékeinek korrelációs koefficiensei (r)

	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Bp	324,13	321,38	325,66	323,68	332,97	329,99	326,06	323,82	325,11	324,51
$\sigma \pm$	8,79	5,58	10,58	7,89	16,34	11,49	10,22	8,77	10,71	10,37
Sz	323,96	322,93	324,90	325,30	324,82	328,22	326,11	323,75	324,85	326,62
$\sigma \pm$	7,24	7,31	9,53	8,72	9,40	9,75	8,23	8,62	9,66	11,15
r	0,93	0,97	0,99	0,81	0,88	0,99	0,90	0,95	0,97	0,96

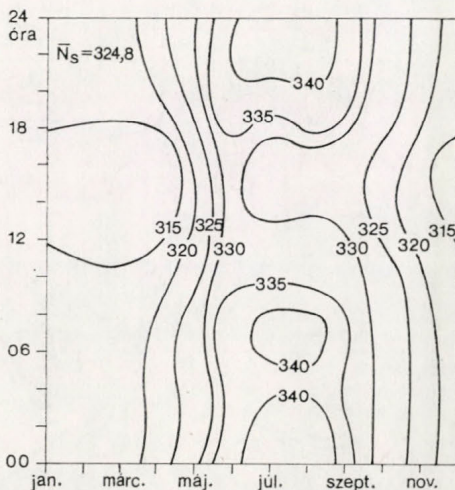
megfigyeléseit használtuk fel. Ennél a feldolgozásnál a magaslégköri meteorológiai adatsor homogenitása szabta meg a lehetőségeket. A 10 éves meteorológiai alapadatokat az Országos Meteorológiai Szolgálat *Évkönyvei* (2. rész, 1961–1970) tartalmazzák.



3. ábra. A talajközeli levegő törésmutatójának napi változása az év folyamán Szegeden, 1961–1970



2. ábra. A talajközeli levegő törésmutatójának napi változása az év folyamán Budapesten, 1961–1970

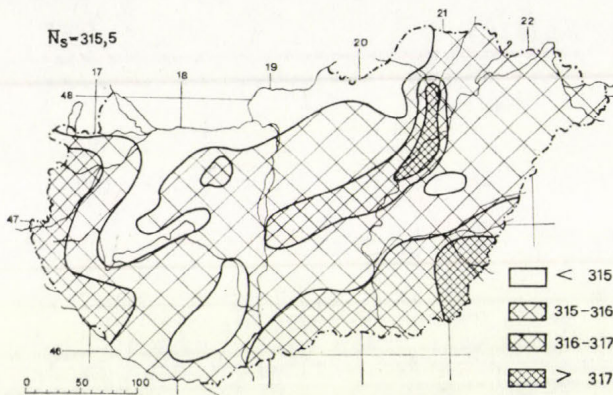


4. ábra. A talajközi levegő törésmutatójának napi változása az év folyamán Szombathelyen, 1961–1970.

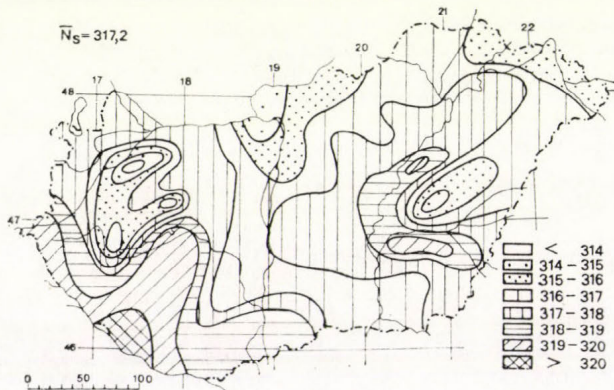
A légkör talajmenti rádiós törésmutatójának (N_s) időbeli változását Budapest és Szeged 10 éves adatsorával szemléltetjük (1. ábra). Az 1. táblázatban a két állomás törésmutatójának évi középértékeit, azok szórását, valamint a két állomás évi középértékeinek korrelációs együtthatóit adtuk meg. A statisztikai vizsgálat a két állomás törésmutatói között szignifikáns összefüggést mutatott ki. A korreláció szorossága évről évre változik, ami arra utal,

hogy az egymás utáni években a Kárpát-medence átlagos időjárását különböző irányítású és erősségű hatások alakítják ki. Ez a jelenség a mérsékelt földrajzi szélességek, a kontinentalitás természetes időjárásai következménye.

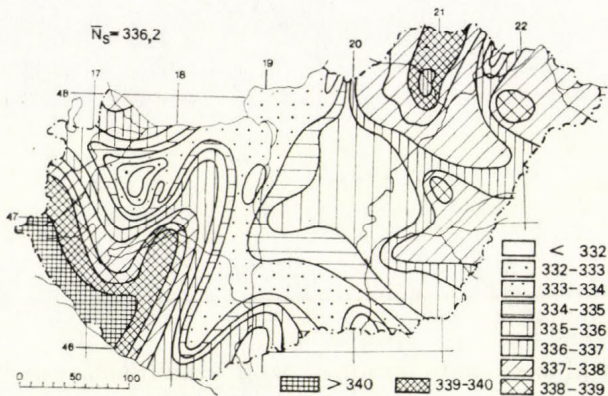
A törésmutató napközbeni és havonkénti átlagos változását Budapest (2. ábra), Szeged (3. ábra) és Szombathely (4. ábra) meteorológiai állomások adataival mutatjuk be. A három, nem azonos klímakörzetből származó adat-



5. ábra. Az N_s törésmutató érték január havi területi eloszlása, 1901-1950



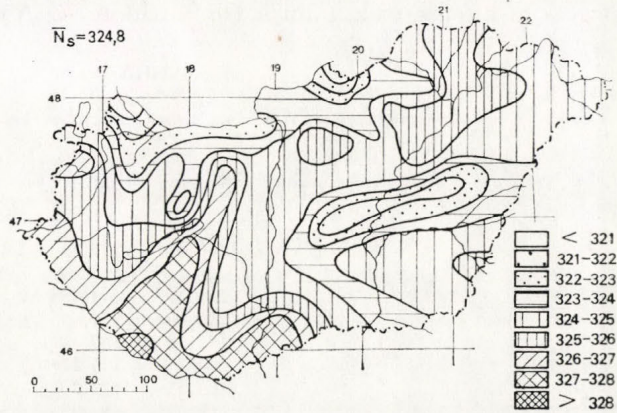
6. ábra. Az N_s törésmutató érték április havi területi eloszlása, 1901-1950



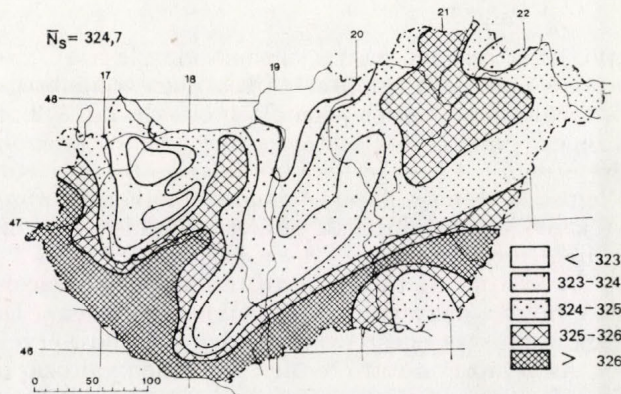
7. ábra. Az N_s törésmutató érték július havi területi eloszlása, 1901-1950

sor egymáshoz viszonyítva némileg eltérő képet mutat, főleg a nyári időszak nappali óráiban van lényeges eltérés az állomások törésmutatói között.

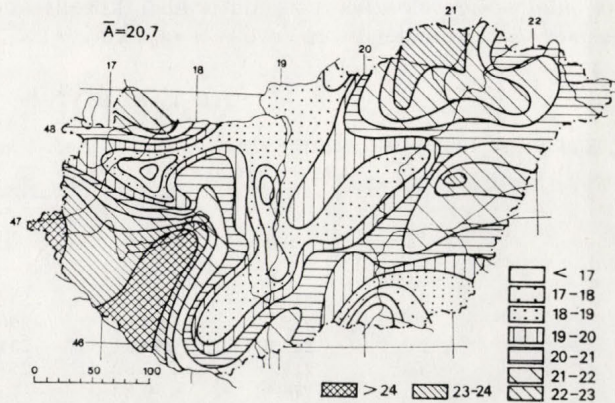
A továbbiakban a talajmenti rádiós törésmutató (N_s) területi eloszlását mutatjuk be 54 meteorológiai állomás 50 évi homogén mérési sorozata segítségével. Az 5. ábrán a január havi N_s értékek szerepelnek. E téli hónapra a kis változások jellemzőek, lényeges különbségek az ország területén nem mutat-



8. ábra. Az N_s törésmutató érték október havi területi eloszlása, 1901–1950



9. ábra. Az N_s törésmutató érték évi területi eloszlása, 1901–1950



10. ábra. Az N_s törésmutató érték évi amplitudójának területi eloszlása, 1901–1950

hatók ki. A 6. ábrán az április havi területi eloszlást adtuk meg, amely a tavaszi időszakot jellemzi. Ekkor már jelentősebb változások kezdete fedezhető fel a térképen, a Dunántúlon és a Tiszántúlon kis távolságon belül 5 N egységnyi változással, viszonylag alacsony abszolút értékek találhatók. A 7. ábra az N_s érték július havi, tehát nyári eloszlását szemlélteti. A területi különbségek ebben a hónapban a legélesebbek, a Dunántúlon rövid távolságokon belül 10 N -nyi változások is vannak. A Tiszántúlon a különbségek ebben a hónapban nem olyan kifejezettek, mint a Dunántúlon. Az N_s törésmutató érték október

II. TÁBLÁZAT

Normál légkör (45°N) rádiós törésmutató értékei (N egységben).

km időszak	Január	Július	Év
0	306,65	327,72	317,19
1	270,56	282,42	276,49
2	239,10	244,68	241,62
3	210,86	212,60	211,73
4	187,32	187,57	187,45
6	148,15	147,27	147,71
8	161,17	117,30	116,74
10	90,51	94,35	92,43

havi, azaz őszi időszakra jellemző eloszlása a 8. ábrán látható. Ebben a hónapban már jól megmutatkozik a nagy különbségek leépülése, az átmenet a kis területi eltéréseket jelentő téli eloszlásra. A 9. ábra az N_s törésmutató évi közepes területi eloszlását adja meg. Az évi átlagok alapján a Kárpát-medencére a nem túl nagy értékű, de folyamatosan jelenlevő területi különbségek a jellemzőek. E megállapítást támasztja alá a 10. ábra is, amelyen a törésmutató érték évi amplitudójának területi eloszlása van megadva. A törésmutató évközbeni megváltozása egyes mérőhelyeken a 26 N egységet is elérte.

A talajmenti törésmutató területi eloszlásáról összefoglalóan megállapítható, hogy a nagy változások helyhez kötötten a Dunántúlon találhatóak. Ez a megállapítás az egész évre, minden évszakra érvényes.

Az N_s törésmutató területi és időbeli változásának bemutatása után megvizsgáljuk az alsó-troposzférában a törésmutató vertikális eloszlását. Az átlagos magassági eloszlás vizsgálata első közelítésben célszerűen a nemzetközi normál légkör területünkre érvényes értékeivel (45°N) történhet. A II. táblázat

III. TÁBLÁZAT

A Budapesten 1961 – 1970 közötti években naponta négyszer végzett magassági légállapotmérésekből számított törésmutató értékek (N egységben).

km	GMT			
	0,0	0,6	12	18
0	319,53	319,75	315,13	317,12
1	282,90	283,96	280,72	282,13
2	256,05	256,44	254,82	255,44
3	215,66	215,99	214,82	214,93
4	176,11	176,33	175,49	175,94

január és július hónapokra, valamint az évi átlagra, 0–10 km magasságokban tartalmazza a troposféra rádiós törésmutató értékeit. A rádiós horizontig a normál légkör törésmutató értékei közvetlenül felhasználhatók hullámterjedési számításokhoz. A normál légkör törésmutatója a magassággal egyenletesen csökken. A normál légkör az alsó-troposzférában a valódi hőmérsékleti és nedvesség rétegződést, az időszak nagy százalékában jelenlévő inverziókat kiküszöböli, ezért a tényleges törésmutató profil célszerűen a napi rádiószondás magassági légállapot mérésekből állítható elő.

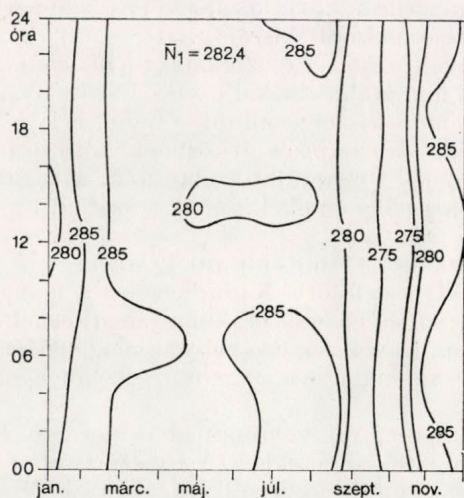
IV. TÁBLÁZAT

A normál- (45°N) és a valódi légkör (Budapest) rádiós törésmutató gradiensei az alsó troposzférában (N egységben).

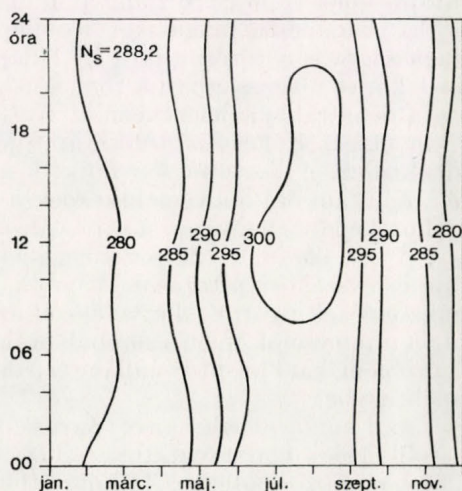
légkör	normál	valódi
0–1 km	–40,70	–36,63
1–2	–34,60	–26,85
2–3	–30,16	–40,39
3–4	–24,28	–39,55

A III. táblázatban az 1961–1970 közötti években Budapesten naponta négy alkalommal végzett magassági légállapot mérésekből számított rádiós törésmutató értékek szerepelnek. A számításokat 4 km magasságig végeztük el, miután a gyakorlati felhasználás a legtöbbször nem igényli ennél nagyobb magasságban a törésmutató értékeket, illetve 4 km fölött már a normál légkör adatai is felhasználhatók az általános vizsgálathoz. A törésmutató napi amplitudójának értéke a talajon nem túlságosan magas értékű (4,6 N) felfelé haladva folyamatosan csökken és 4 km-ben már az egységet sem éri el (0,8 N).

Az évi menet a talajon egyhullámú és a maximális értékek a nyári hóna-



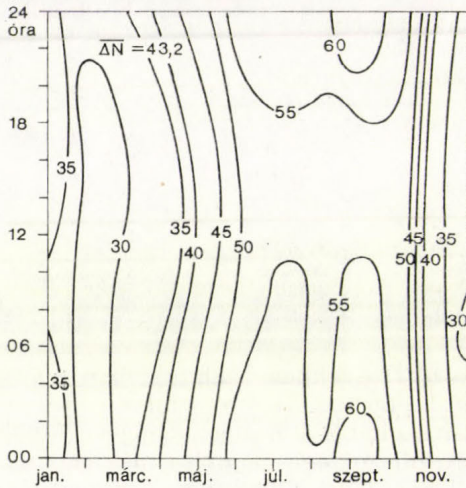
11. ábra. Az 1 km magasan levő levegő törésmutatójának napi változása az év foyamán Budapest fölött, 1961–1970



12. ábra. A talajközeli levegő törésmutatójának napi változása az év folyamán Kékestetőn, 1967–1970.

pokban vannak. A magasban (4 km) az évi menet a talajszinthez viszonyítva ellentétes. A törésmutató talajszinti- és az alsó-troposzférában jelentkező évi menetében a váltás a 2 km magasságban lévő légrétegben következik be. Ez a megállapítás mind a négy mérési terminusra igaz.

A IV. táblázat a normál- és valódi légkör (Budapest) rádiós törésmutatójának 1 km-es légrétegekre vonatkozó gradienseit tartalmazza. A normál légkörben a gradiens csökkenése a magassággal egyenletesen változik. A valódi légkörnél



13. ábra. A talaj fölötti 1 km vastag légrétegre vonatkozó törésmutató gradiens (ΔN) napi változása az év folyamán Budapesten, 1961–1970

a 2–3 km közötti légrétegben az 1–2 km-es szinthez képest 50%-kal intenzívebb a csökkenés. A jelentősebb gradiens csökkenésnek minden bizonnyal a talajfölötti, rendszeresen jelentkező inverziós réteg az oka. A törésmutató gradiens ilyen jellegű és a tíz évi adatsorban is kimutatható vertikális megváltozásának minden bizonnyal hullámterjedési következményei is vannak.

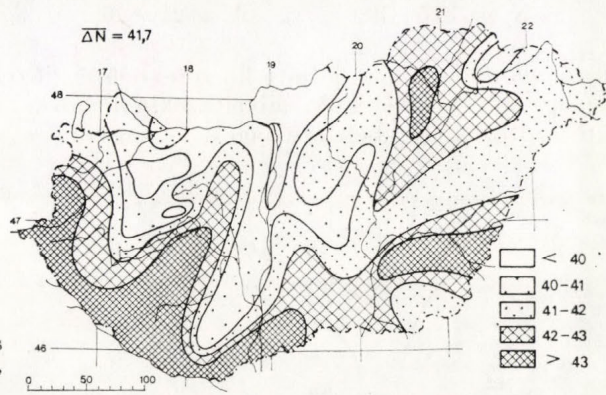
A budapesti magassági légállapotmérésekből kiszámítható az 1 km magasságra is a törésmutató (N_1) napi változása az év folyamán (11. ábra). Az 1 km-es magasságban a törésmutató minimális értékei ősszel, illetve nyáron a déli órákban jelentkeznek. A 12. ábrán összehasonlítás céljából a közel 1 km magas Kékestető törésmutatójának (N_s) napi és évközbenei változását adtuk meg. A hegycsúcson működő állomás törésmutató adataiban a nyári déli, délutáni órákban jelentkeznek a maximális értékek, tehát a szabad légkörhöz képest ellentétes a napi változás iránya.

A 13. ábrán a (2)-összefüggéssel számított törésmutató gradiens (ΔN) napi és évszakos változások láthatók Budapest fölött. A gradiensben a maximális értékek nyáron, illetve ősszel az éjjeli és hajnali órákban jelentkeznek, míg a minimumok télen a nappali órákban. Ennek a megoszlásnak megfelelően a problémákat jelentő hullámterjedési anomáliák a maximumok idejével esnek egybe.

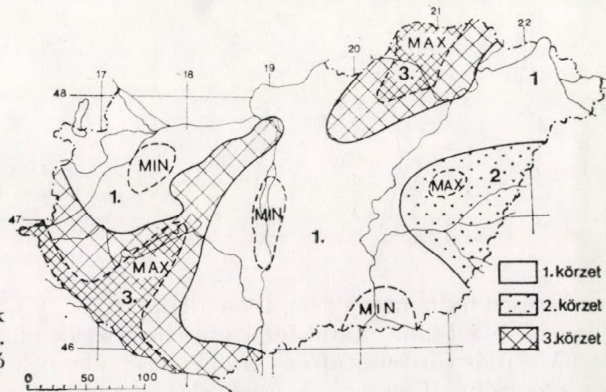
Az 1 km magasságban érvényes (Budapest; N_1), valamint az 54 meteorológiai állomásra vonatkoztatott rádiós törésmutató értékkel (N_s) kiszámítottuk a törésmutató gradiens (ΔN) évi átlagos területi eloszlását (14. ábra) is Magyarország fölött. A Bakony-hegység és Kisalföld, valamint a Börzsöny-, Pilis-hegységek fölött alacsony gradiens értékek találhatók. Maximális törésmutató gradiensek a Dunántúl délnyugati részére, a Bükk-hegység és a Kö-

rösök fölötti területekre jellemzőek. A törésmutató gradiens évi átlaga a Kárpát-medencében 39 és 44 N egység között változott.

A vizsgálatokból összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a rádiós törésmutató évközbeleni változása jelentős, értéke 314–340 N egység ($n = 1,000314 - 1,000340$) egység között mozog. A fő problémát az jelenti, hogy a törésmutató nagy megváltozásai kis területen belül következnek be, így a horizon-



14. ábra. A törésmutató gradiens (ΔN) érték évi területi eloszlása, 1901–1950



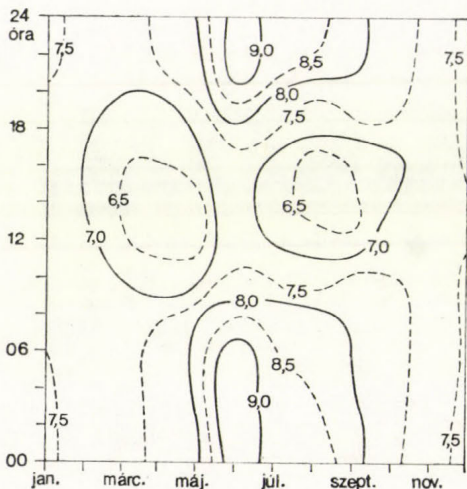
15. ábra. Rádióklíma körzetek Magyarországon (A MAX. és MIN. jelzésű területeken a törésmutató évi változása szélsőséges)

tálsan kisugárzott rádiófrekvenciákra a rádiós horizont körzetében a légkör már jelentős befolyást gyakorolhat. Az alsó troposzféra hőmérsékleti rétegződése főleg nyáron az éjszakai és reggeli órákban befolyásolja a méteres, deci- és centiméteres rádióhullámok terjedését. A légköri vízgőz szerepe is fontos, a törésmutató területi eloszlásában a maximumok a klímátikusan magasabb légnedvességű területekhez kötődnek.

A fenti megállapítások alapján osztottuk be az ország területét „rádióklíma körzet”-ekre (15. ábra). A körzethatárok kijelölésénél főleg az évi ingás (amplitúdó) értéke szolgált támpontul, miután a talajmenti törésmutató (N_s) évi középértékeiben a területi különbségek nem olyan jellegzetesek. A hullámterjedési anomáliákat különben is a törésmutató megváltozásai okozzák. A körzethatárok kijelölését a törésmutató gradiens – tehát az alsó 1 km vastag légréteg törésmutató profil – közepes évi területi eloszlása (14. ábra) is alátámasztja. A rádióklíma körzetek jellemző törésmutató számértékei:

1. Síkvidéki, kisingású
 $N_s = 323 - 324$, $A = 16 - 19$ (3,2–3,8 dB/év)
2. Síkvidéki, közepes ingású
 $N_s = 325$, $A = 19 - 23$ (3,8–4,6 dB/év)
3. Szeldelt (dombos-hegyes) felszíni, nagyingású
 $N_s = 325 - 326$, $A = 21 - 26$ (4,2–5,2 dB/év)

A 15. ábrán a 3-mal jelzett körzeteknek és közvetlen környezetüknek van a legnagyobb jelentőségük, mivel ezekben van a legnagyobb értékű törésmutató változás. Egyben ezekben a legnagyobb a valószínűsége a légkör által



16. ábra. A Budapest-Kékestető útvonal átlagos légköri törésmutatóval számított csillapításának napi változása az év folyamán dB-ben, 1961–1970

létrehozott hullámterjedési anomáliáknak is. A körzeteket előfordulásuk legjellemzőbb felszíni karakterei után neveztük el.

A rádiós törésmutató és gradiense értékeinek jelentőségét önmagában nehéz megítélni. Célszerű a gyakorlat szempontjait figyelembevéve értékelni az eddig kapott törésmutatóra vonatkozó eredményeket. Több tanulmány alapján és a CCIR ajánlásait is figyelembevéve, Bean és Dutton (1966) által a 0,1–50,0 GHz közötti frekvencia sávra megállapított összefüggést használtuk fel a légköri rádiós törésmutató és a légköri csillapítás közötti kapcsolat értelmezésére. E szerint az N_s érték egységnyi megváltozásához 0,2 dB (decibel) térerősség változás rendelhető. Ez az érték különböző klímaterületekre végzett vizsgálatok során is használhatónak bizonyult. Ilyen megfontolással adtuk meg a fentiekben a törésmutató évközbeni megváltozásából a légköri csillapításra vonatkozó dB/év értéket egy-egy rádióklíma körzetre.

Végül az optikai átlátást biztosító kerekén 100 km-es Budapest–Kékestető távolságra számítottuk ki – bemutatósi céllal – a törésmutató különbségek alapján az útvonal légköri csillapításának napi és évközbeni változásait (16. ábra). Az ábrából leolvasható, hogy az év folyamán 6,5–9,0 dB között változik a jelzett útvonal csillapítása a légköri rádiós törésmutató változásai miatt. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy akármelyik vételi oldalon

az elméletileg várható térerősségnek az év folyamán átlagosan csak a fele, vagy harmada áll rendelkezésre a légkör csillapítása miatt. Nyári időszakban az egy napon belüli átlagos térerősség változások hasonló mértékűek lehetnek. Az átlagtól eltérő, szélsőséges időjárás mellett a megadott értékek többszöröse is felléphet.

A csillapítási tényező a törésmutató átlagos időbeli változásaira is kiszámítható. Az értékelés során azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a feldolgozásban 10 és 50 évi átlagok szerepeltek, ezért csak a rendszeres változások maradhattak meg az adatokban. Már az *1. ábra* is jól szemlélteti, hogy a havi középértékekből előállított görbék még viszonylag kis távolságra levő Budapest és Szeged állomásoknál is lényeges különbségeket mutatnak. Az adatok szórása ($\pm \sigma$) a havi közepeknél 5–15 N egység volt, de még a 10 éves napi menetek átlagos szórása is elérte a 4–10 N egységet. A tíz éves havi-középértékek szórása 1–6 N egységet tett ki. Egyhónapos átlagoknál tehát ± 3 dB, a tíz éves napi átlagoknál ± 2 dB és a tíz éves havi közepeknél $\pm 1,2$ dB csillapításra lehet számítani egy-egy vizsgálati pontban. A Kárpát-medencében az alsó-troposzféra rádiós törésmutatójának időbeli és térbeli változásai tehát el nem hanyagolható jelentőségűek.

IRODALOM

- Az Országos Meteorológiai Szolgálat Évkönyvei*, C. kötet, 2. rész: magaslégköri megfigyelések. 1961–1970, Budapest
- Barton I. J. – Unthank E. L.*: The estimation of atmospheric water vapor content from airborne measurements of pressure, temperature and refractive index. *Australian Meteorological Magazine* Vol. 21, No. 2. 1973.
- Battesti J. – Bouhlias L. – Misme P.*: Determination of attenuation due to rain for frequencies above 10 GHz. *Annales des Télécommunication* (Nov.–Dec.) 1971.
- Bean B. R. – Dutton E. J.*: *Radio Meteorology National Bureau of Standard, Monogr. No. 92.* 1966.
- Becker G. E. – Autler S. H.*: Water vapour absorption of electromagnetic radiation in the centimeter wave-length range. *Phys. Rev.* 70. 1946. 300. old.
- Booker H. G. – Gordon W. E.*: A theory of radio scattering in the troposphere. *Proceedings of the I.R.E.* April. 1950. 401–412. old.
- Booker H. G.*: Some problems in radio meteorology. *Q. J. R. Met. Soc.* Vol. 74. 1948. 277–315. old.
- Conclusions of the Interim Meeting of Study Group 5. (Propagation in non-ionised media)* International Radio Consultative Committee *CCIR*. ITU Geneva, 1972.
- Gunn K. L. S. – East T. W. R.*: The microwave properties of precipitation particles. *Q. J. R. Met. Soc.* Vol. 80. 1954. 522. old.
- Hough M. N.*: Forecasting the ducting of radio waves. *The Meteorological Magazine* Vol. 105. No. 1242. 1976.
- Kapovits A.*: Bevezetés a radarmeteorológiába. Beszámoló az 1972-ben végzett tudományos kutatásokról. OMSZ Hivatalos kiadványai XXXIX. kötet. 143–153. old. Budapest, 1975.
- Klinker L.*: UKW-Fernempfangsbeobachtungen Ihre Bedeutung für Meteorologie und Sunktechnik. *Abhandlungen des Met. und Hydrol. Dienstes der DDR.* Nr. 35. (Band V.) 1955. Berlin.
- Magyarország Éghajlati Atlasza II. kötet.* Adattár. OMI, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
- Marshall J. S. – Gordon W. E.*: *Radiometeorology Meteorological Monographs* Vol. 3. No. 14. July 1954. 73–113.
- Megla G.*: *Nachrichtenübertragung mittels sehr hoher Frequenzen* Fachbuchverlag Leipzig, 1954.
- Simon A.*: A levegő talajmenti törésmutatójának törzserképei a 30 MHz – 30 GHz rádiófrekvenciás tartományban. *Meteorológiai tanulmányok* No. 8. 1976. Budapest, OMSZ.
- Simon A.*: Az alsótroposzféra törésmutatójának törzserképei a 30 MHz – 30 GHz rádiófrekvenciás tartományban. *Meteorológiai tanulmányok* No. 14. 1977. Budapest, OMSZ.
- Smith E. K. – Weintraub S.*: The constants in the equation for atmospheric refractive index at radio frequencies. *Proceedings of the I.R.E.* Vol. 41. 1953. 1035–1037.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 6. szám. 1979. november – december
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 6. Nov – Dec. 1979. Budapest

Az őszi búza területi termésátlagának előrejelzése meteorológiai paraméterek alapján

VARGA-HASZONITS ZOLTÁN, Központi Előrejelző Intézet, Budapest

Összefoglalás. A dolgozat a meteorológiai tényezőknek a területi termésátlagokra gyakorolt hatását vizsgálja, operatív terméselőrejelzési módszer kidolgozása céljából. A növények életére, így termésáhozámára is számos tényező hat. Közülük a legjelentősebbek a biológiai, a talajtani, az agrotechnikai és a meteorológiai tényezők. Ezek a növény-talaj-légkör rendszerben együttesen hatnak a növényre. Mindegyik tényezőnél két csoportot különíthetünk el. Az egyik csoportba azok az elemek tartoznak, amelyek a növény élettevékenységét lassítják vagy gyorsítják, termésáhozámát pedig csökkentik vagy növelik. Ezeket *hatótényezőknek* nevezzük. A második csoportba azokat az elemeket soroljuk, amelyek a növényt fizikailag rongálják, vagy esetleg el is pusztítják. Ezeket *káros tényezőknek* szokás nevezni. A környezeti tényezők termésáhozámra gyakorolt hatását általános formában az (1)-es formula írja le, ahol Y a növény termésáhozama, az $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ függvény a hatótényezőket, az $f(u_1, u_2, \dots, u_n)$ függvény a káros tényezőket, az $f(v_1, v_2, \dots, v_n)$ függvény pedig a véletlen hatásokat jelöli. A káros tényezők hatását nem vettük figyelembe. Természetesen a hatótényezők közül sem az összesre, hanem csak a meteorológiai jellegű hatótényezőkre vagyunk kíváncsiak. Ezért az összefüggés jobboldali első tagjában szereplő, viszonylag lassan változó biológiai, talajtani és agrotechnikai elemeket az időbeli trend segítségével vesszük figyelembe. Így a meteorológiai hatásoknak a trendtől vett eltéréseket tulajdonítjuk (1. ábra), s a (6)-os formulával írjuk le, ahol Y_0 a trendfüggvénnyel meghatározott termésáhozam, a ΔY pedig a meteorológiai elemek alapján számított, a trendtől vett termésáhozam eltérés. Az időjárás-termésáhozam kapcsolat meghatározásánál nem vettük tekintetbe az összes meteorológiai elemet, hanem kiválasztottuk a legfontosabbakat, amelyeket *alapvető tényezőknek* neveztünk és elhanyagoltuk a *másodlagos tényezőket*. Egy és ugyanazon meteorológiai elem hatása is különböző lehet a növény vegetációs periódusának egyes időszakában. Azt az időszakot, amelyben a meteorológiai elem hatása jelentőssé válik, *szignifikáns időszaknak* neveztek. Ezekben az időszakokban határoztuk meg az adott elem és a termésáhozam közötti kapcsolatot. Majd a prognózis készítésének időpontját megelőző szignifikáns periódusok hatásfüggvényei alapján a következő formulák segítségével kiszámítottuk az előrejelzett trendértéktől várható eltéréseket (ld. 10. és 11. formula). Magát az előrejelzett trendértéket interpoláció segítségével határoztuk meg. Az elmondottak figyelembe vételével az előrejelzett termésáhozamot a (12)-es formula adja. Ez az érték azonban csak nagy ritkán egyezik meg a tényleges termésáhozammal, mivel véletlen hatásokkal („zajokkal”) is számolni kell. Prognózis formulák megítélésénél abból indulunk ki, hogy az $Y - Y' = \varepsilon \pm 20\%$ -nál feltétlenül kisebb legyen, jónak pedig akkor ítéljük, ha ez az érték 10% alatt marad (3. és 4. ábra). Az ábrákból látható, hogy a kidolgozott módszer előrejelzési célra felhasználható.

*

Forecasting of the areal average crop yield of winter wheat on the basis of meteorological parameters. The paper examines the effect of meteorological factors on areal average crop yields, in order to elaborate an operative crop yield forecasting method. Plant life and thus also crop yield is influenced by a number of factors. Most important of these are the biological, pedological, agrotechnical and meteorological factors, which effect the plant together in the plant-soil-atmosphere system. Each of the above-mentioned groups of factors may be divided into two subgroups. The first of these, so called *active factors*, contain the elements which slow down or accelerate plant development and decrease or increase crop yield. The second sub-group consists of the elements which physically damage or

possibly destroy the plant. These are usually termed *harmful factors*. The effect of environmental factors on crop yield is described in general form by the formula (1), where Y denotes crop yield, the function $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$: active factors, $f(u_1, u_2, \dots, u_n)$: harmful factors, $f(v_1, v_2, \dots, v_n)$: random effects. The effect of the harmful factors are not dealt with in this paper. As regards the active factors, our attention is naturally focussed primarily on those of a meteorological nature. Therefore, the relatively slowly changing biological, pedological and agrotechnical elements represented by the first member in the right side of equation (1) are taken into account by means of the temporal trend. Thus, meteorological effects are taken to cause the deviations from the trend (*Fig. 1*), and are described by formula (6), where Y_0 : crop yield determined from the trend function, and ΔY : deviation of the crop yield from the trend, computed on the basis of meteorological elements. In determining the relationship between weather and crop yield, only the most important meteorological elements (named *basic factors*) were taken into consideration; the *secondary factors* were disregarded. The effect of a given meteorological element may also vary in the course of the vegetation period. The phase in which the effect of the meteorological element is substantial is termed *significant period*. The relationship between the given element and the crop yield was determined for these periods. The expected deviations from the forecast trend value were than determined by means of formulas (10) and (11) on the basis of the influence function relating to the significant period preceding the time of preparation of the forecast. The forecast trend value itself was computed using interpolation. The forecast crop yield is given by formula (12). However, it is only in rare cases that this value coincides with the actual crop yield, since random effects ("noises") should also be reckoned with. When judging the applicability of prognostic formulas, we start from the principle that $Y - Y' = \varepsilon$ must be smaller than ± 20 per cent, and consider a formula to be good if this value remains below 10 per cent. The figures show that the method presented is appropriate for prognostic purposes.

✱

A növény produktivitása és az időjárás közötti kapcsolat vizsgálatánál általában kétféle közelítési módot szoktak alkalmazni. Az egyik a fotoszintézis meteorológiai hatótényezőinek tanulmányozására irányul (*Budiko 1971*), míg a másik a területi termésátlagok és a meteorológiai tényezők közötti kapcsolatot elemzi (*Baier 1977*). Az első közelítési módot inkább elméleti jellegűnek tekinthetjük, a másodikat pedig nyilvánvalóan gyakorlati célúnak, bár mindkettő tartalmaz elméleti és gyakorlati megfontolásokat is.

Jelen dolgozatban a meteorológiai tényezőknek a területi termésátlagokra gyakorolt hatását vizsgáljuk, tehát munkánk a második témakörhöz kapcsolódik. Az alapvető célkitűzésünk: operatív terméselőrejelzési módszer kidolgozása meteorológiai paraméterek alapján.

E feladat megoldása része egy átfogó vizsgálatnak, amelyet a MÉM Termésbecslési Osztályának kezdeményezésére a GATE Kompolti Kutató Intézetével közösen végünk. Itt csupán e közös munka meteorológiai vonatkozásaival foglalkozunk.

1. Az időjárás-növény kapcsolat modellje

A növények életére, így terméshozamára is számos tényező hat. Közülük a legjelentősebb csoportokat

- a biológiai,
- a talajtani,
- az agrotechnikai és
- a meteorológiai

elemek képezik. E tényezők a növény – talaj – légkör rendszerben együttesen hatnak a növényre. Szétválasztásuk csak elméletileg lehetséges. A gyakorlatban ezek egyidőben és egymáshoz kapcsolódva hatnak, s erre a komplex ráhatásra reagál a növény.

Mindegyik tényezőnél – hatásuk alapján – két csoportot különíthetünk el. Az egyik csoportba azok az elemek tartoznak, amelyek a növény növekedését, fejlődését lassítják vagy gyorsítják, termés hozamát pedig csökkentik vagy növelik. Ezt a csoportot nevezzük *hatótényezők*nek. A második csoportba azokat az elemeket soroljuk, amelyek a növényt fizikailag rongálják vagy esetleg teljesen elpusztítják. Ez utóbbiakat *káros tényezők*nek szokás nevezni. A hatótényezők tehát a növényi életjelenségeket negatívan vagy pozitívan befolyásolják, de a növényt nem rongálják, fizikailag nem károsítják. A káros tényezők viszont erőteljes negatív hatásukkal fizikailag rongálják a növényt vagy tönkre is teszik.

Az elmondottak alapján a környezeti tényezők termés hozamra gyakorolt hatását általános formában így írhatjuk fel:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) - f(u_1, u_2, \dots, u_n) + f(v_1, v_2, \dots, v_n) \quad (1)$$

ahol Y valamilyen növény termés hozama, az $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ függvény az első csoportba tartozó hatótényezőket, az $f(u_1, u_2, \dots, u_n)$ függvény a káros hatásokat és az $f(v_1, v_2, \dots, v_n)$ függvény pedig a véletlen hatásokat jelöli.

A káros tényezők hatását általában külön szokták vizsgálni, mégpedig úgy, hogy az egyes elemek intenzitása és a kár nagysága között keresnek kapcsolatot. Ha tehát nem arra vagyunk kíváncsiak, hogy a káros hatások hogyan csökkentették a termést, hanem az egyes tényezőknek a termés hozam változására gyakorolt hatását szeretnénk megismerni, akkor vizsgálatunkból ki kell hagyni azokat az éveket, amelyben a termést valamilyen fizikai károsodások érték. Ekkor az (1) összefüggést a következőképpen írhatjuk:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + f(v_1, v_2, \dots, v_n) \quad (2)$$

Az agrometeorológiában azonban nem az összes hatótényezőnek, hanem csupán a meteorológiai hatótényezőknek a növényekre gyakorolt hatására vagyunk kíváncsiak. Ezért a (2) formula jobb oldali első tagjában szereplő biológiai, talajtani és agrotechnikai elemeket, valamint a meteorológiai elemeket szét kell választanunk egymástól.

A meteorológiai és nem-meteorológiai tényezők szétválasztását a következőképpen lehet megoldani. Vizsgáljuk meg a termés hozamok egy hosszabb idősrát. Minden esetben a változásoknak két fajtáját tudjuk elkülöníteni. Az egyik egy hosszabb időn át érvényesülő tendencia, amely a változás (növekedés) jellegét mutatja, a másik a tendencia körül évről-évre lejátszódó ingadozásokat jelenti. A területi termésátlagok esetében nyilvánvalóan a változás tendenciáját egy adott talajtípust (talajtani tényezők) figyelembe véve, a fokozatosan elterjesztett új, intenzív fajták (biológiai tényezők), a mind nagyobb mennyiségben alkalmazott műtrágya, növényvédőszer stb. (agrotechnikai tényezők) hatásának tulajdoníthatjuk. A változásnak ezt a tendenciáját pedig valamilyen időbeli $f(\tau)$ függvénnyel egyszerűen leírhatjuk.

Az e tendencia körül évről évre tapasztalható termés hozam-ingadozásokat viszont az ugyancsak évről évre változó meteorológiai hatások következményeinek tekinthetjük. Így a (2) összefüggés a következő alakban írható:

$$Y = f(\tau) + f(x_1, x_2, \dots, x_n) + f(v_1, v_2, \dots, v_n) \quad (3)$$

A (3) egyenlet alkalmas arra, hogy a termés hozamra gyakorolt meteorológiai hatásokat meghatározzuk. Nyilvánvaló ugyanis, hogy az $f(\tau)$ függvénnyel lényegében egy olyan termés hozam értéket (Y_0) kapunk, amelyet a nem-meteorológiai tényezők alakítanak ki (Shaw 1964):

$$Y_0 = f(\tau) \quad (4)$$

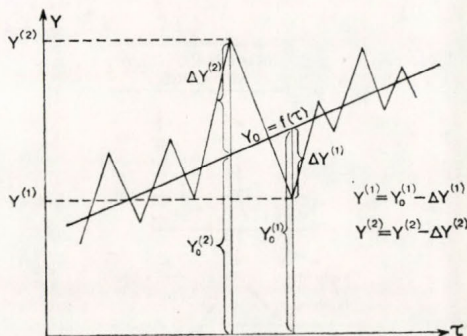
A meteorológiai elemek hatásainak – amint korábban már említettük – az e terméshozam értéktől vett eltéréseket tekinthetjük (1. ábra), azaz

$$\Delta Y = Y - Y_0 = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (5)$$

függvénnyel határozhatjuk meg a meteorológiai elemek hatását.

Behelyettesítve a (4) és (5) összefüggést a (3)-ba, az időjárás-terméshozam kapcsolat számítására alkalmas formulát kapunk, ahol

$$Y = Y_0 + \Delta Y + f(v_1, v_2, \dots, v_n) \quad (6)$$



1. ábra: A termésmennyiségek változásának tendenciája és évi ingadozásai

Ebben az összefüggésben a jobb oldalon lévő első két tag meghatározható, csupán a véletlen hatások figyelembe vétele jelent gondot. Ezt a kérdést a függvényben szereplő meteorológiai elemek kiválasztásával együtt fogjuk megvizsgálni.

2. A meteorológiai hatótényezők kiválasztása

Az időjárás-növény kapcsolatokat vizsgálatánál általában a következő három alapvető kérdés valamelyikére (esetleg többre is) keressük a választ:

- termeszthető-e egy adott növényfajta egy meghatározott helyen;
- hogyan hatnak egy adott növényfajta egy meghatározott hely meteorológiai viszonyai; és
- egy adott növényfajta egy meghatározott hely meteorológiai viszonyai mellett milyen maximális terméshozamot tud adni.

Ismeretes a növényfiziológiából, hogy a meteorológiai elemek közül a hőmérséklet és a víz az, amely a növények általános életfeltételei közé tartoznak. Tehát ahhoz, hogy megállapíthassuk, természetű-e egy adott növényfajta egy meghatározott helyen, mindenekelőtt az életműködéséhez szükséges küszöbértékeket kell ismernünk. Az egyik ilyen küszöbérték a fagypont. A másik az ún. bázishőmérséklet, amely fölött a növény élettevékenysége megindul és zavartalanul lebonnyolódik. Tehát a növénynek szüksége van egy olyan időszakra, amikor a hőmérséklet nem süllyed fagypont alá (fagymentes periódus), s ezen belül még egy olyan időszakra, amikor a hőmérséklet állandóan a bázishőmérséklet felett van (bioklimatológiai periódus). Ha a vizsgált növény vegetációs periódusa ez utóbbinál rövidebb, akkor az adott helyen a növény kielégítő vízellátottság mellett természetű. Amennyiben pedig a víz-

fotoszintetikusan aktív sugárzást a növények szempontjából *alapvető tényező*knek (Davidaja 1948) vagy *domináns tényező*knek (Varga-Haszonits 1971) nevezzük. Azokat a tényezőket pedig, amelyek csak e tényezők befolyásolásán keresztül hatnak, *másodlagos tényező*knek vagy *szekunder tényező*knek nevezzük.

Mint már említettük a meteorológiai elemek között is megkülönböztetünk *káros tényező*ket (fagy, aszály, jégeső stb.), amelyek keletkezhetnek úgy, hogy egy hatótényező negatív irányú befolyásának változása olyan intenzitást ér el, hogy a növényeknél fizikai károsodás vagy pusztulás következik be. Ilyen például az aszály. Keletkezhet több elem együttes hatásaként is, mint például az aszály. Amint említettük azonban, ezeket az elemeket külön szoktuk vizsgálni és az okozott kár nagyságán keresztül elemezni. Ezért jelen munkában a káros tényezőkkel a továbbiakban nem foglalkozunk.

2.2 *A hatótényező hatásintenzitásának időbeli változásai.* A meteorológiai tényezők a növények életére gyakorolt hatás tekintetében nemcsak egymástól különböznek, hanem egy és ugyanazon meteorológiai tényező hatása más-más erősségű a növény életének egyes szakaszaiban. Ugyanakkor néha meglehetősen nehéz egyetlen olyan időszakot kiemelni, amelyben a meteorológiai hatás intenzitása a többi szakaszhoz képest kiemelkedően erős. Ha van ilyen szakasz, azt *domináns időszak*nak nevezzük. Többnyire azonban több közel azonos hatásintenzitású szakasz is található egy vegetációs periódusban. Az elmondottakat akkor is tapasztaljuk, ha a vegetációs periódust természetes periódusokra, s akkor is, ha naptári időszakokra osztjuk fel.

Számításaink szerint az őszi búza megyei terméshozamai, valamint a havi középhőmérséklet és csapadékmennyiség közötti kapcsolat szorossága, vagyis a korrelációs koefficiens területről területre változik. Az egyes időszakokban (hónapokban) ugyanazon elem hatásintenzitása erősen lecsökken, vagy legalábbis a regresszióanalízis módszereivel számottevő hatás nem mutatható ki. Megkülönböztethetünk tehát olyan időszakokat is, amikor a hatás számottevő, ezeket *szignifikáns időszak*oknak nevezzük. Az olyan időszakokat viszont, amikor a regresszióanalízis módszereivel számottevő hatás nem mutatható ki, *indifferens időszak*oknak tekinthetjük.

Az időjárás-növény modellek szerkesztésének alapvető problémája, hogy a meteorológiai elemek hatásintenzitásának időbeli változásait hogyan vesszük figyelembe. Ennek legegyszerűbb lehetőségei a következők:

a) A vegetációs periódus egészének vagy az egyes szignifikáns periódusoknak egyetlen átlagos vagy kumulatív értékkel történő jellemzése.

b) A vegetációs periódus egészére vagy az egyes szignifikáns periódusokra vonatkozó minden számottevő tényezőt magába foglaló egyetlen regressziós összefüggés meghatározása.

c) A vegetációs periódus alatti szignifikáns időszakok alapján átlagos hatás kiszámítása.

A későbbiek során ez utóbbi eljárás alkalmazására mutatunk be példát.

2.3 *A véletlen hatások minimalizálása.* Ez a feladat azt jelenti, hogy a (6) formulában szereplő meteorológiai elemeket fontosságuk és hatásintenzitásuk időbeli változásai alapján úgy kell megválasztani, hogy az

$$f(v_1, v_2, \dots, v_n) \approx \min.$$

legyen. Vezessük be az egyszerűség kedvéért a következő jelölést:

$$f(v_1, v_2, \dots, v_n) = \varepsilon \quad (7)$$

Ekkor a (6) formula így írható:

$$Y = Y_0 + \Delta Y + \varepsilon \quad (8)$$

azaz

$$Y - (Y_0 + \Delta Y) = \varepsilon, \quad (9)$$

ahol Y a tényleges terméshozam, az $(Y_0 + \Delta Y)$ pedig a számított terméshozam. Ha a kettő közötti eltérés állandóan pozitív, vagy állandóan negatív előjelű, akkor szisztematikus eltéréssel van dolgunk, amelyet újabb hatótényező figyelembe vételével kell megszüntetnünk. Akkor is ezt kell tennünk, ha nem szisztematikus eltéréssel van dolgunk, de az eltérés abszolút értékben nagy. A meteorológiai hatótényezők kiválasztását akkor tekinthetjük elfogadhatónak, ha a (9) egyenlettel meghatározott ε érték nem éri el a tényleges terméshozam (Y) 20 százalékát, s akkor jónak, ha ε kisebb, mint 10 százalék.

3. *A prognosztikai modell*

A prognosztikai modell kidolgozásánál a (8) formulából kell kiindulnunk. A feladat a jobboldalon szereplő két első tag előrejelzési célra használható függvényének meghatározása $\varepsilon \leq 20\%$ vagy még inkább $\varepsilon \leq 10\%$ véletlen hatás figyelembe vétele mellett.

3.1 *A terméshozam-változások tendenciájának előrejelzése.* Az adott talajtípuson a vizsgált növény biológiai jellemzőinek, valamint az alkalmazott agrotechnikának az alakulása, illetve az előző évekhez viszonyított változási üteme az előrejelzés időpontjában rendszerint már ismeretes. Tudjuk, hogy e változások üteme növekedett-e, csökkent-e vagy pedig nem változott. Ennek figyelembe vételével az Y_0 érték a következő évre vonatkozóan prognosztizálható (Y'_0).

3.2 *A terméshozam-változások évi értékeinek előrejelzése.* Vizsgálataink során kiindulásként két domináns elem: a hőmérséklet és a csapadék hatását tanulmányoztuk, s kimutattuk ezen elemek hatásintenzitásának időbeli változásait. A különböző időszakok különböző intenzitású hatásait a szignifikáns periódusok átlagos hatásának meghatározása útján vettük figyelembe.

Ekkor első feladatunk az egyes időszakokra vonatkozó hőmérsékleti hatásfüggvények

$$f(T_1), f(T_2), \dots, f(T_n)$$

és csapadék hatásfüggvények

$$f(P_1), f(P_2), \dots, f(P_n)$$

meghatározása. Majd a prognózis készítésének időpontját megelőző szignifikáns periódusok hatásfüggvényei alapján a következő formulák segítségével kiszámítottuk az Y_0 értéktől várható eltéréseket:

$$\Delta Y' = \frac{1}{n} \sum [f(T_1) + f(T_2) + \dots + f(T_n)] \quad (10)$$

és

$$\Delta Y' = \frac{1}{n} [f(P_1) + f(P_2) + \dots + f(P_n)] \quad (11)$$

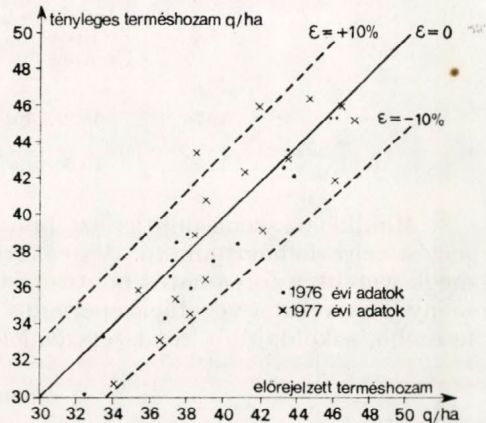
Az elmondottak figyelembe vételével az előrejelzett terméshozam (Y'):

$$Y' = Y_0 + \Delta Y' \quad (12)$$

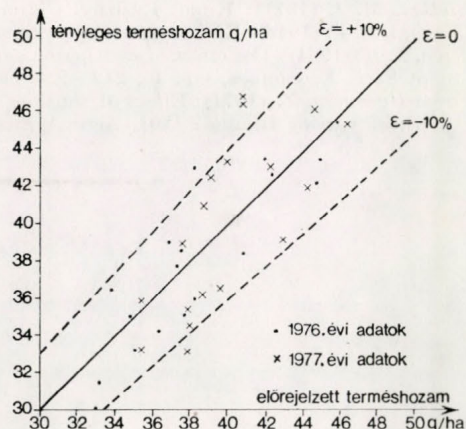
Ez az érték azonban csak nagyon ritkán egyezik meg a tényleges terméshozammal, mivel véletlen hatásokkal („zajokkal”) is számolni kell. Prognózis formulánk megítélésénél tehát most is abból indulunk ki – amit feltételként is kikötöttünk –, hogy az

$$Y - Y' = \varepsilon$$

kisebb legyen mint 20% vagy még inkább, kisebb legyen, mint 10%.



3. ábra: A csapadék-adatok alapján előrejelzett és a tényleges terméshozamok összehasonlítása



4. ábra: A hőmérsékleti adatok alapján előrejelzett és a tényleges terméshozamok összehasonlítása

4. Az előrejelzések verifikálása

A (12) formula segítségével, a (10) és (11) összefüggések alapul vételével az 1976 és az 1977. évre vonatkozóan elkészítettük az őszi búza terméshozamának előrejelzését a 19 megyére és az ország egészére. A 19 megyére kapott eredményeket a 3. és 4. ábra mutatja. Látható, hogy a 38 előrejelzésből a hőmérsékleti alapon történő előrejelzésből 36, a csapadék alapján történő előrejelzésből pedig 34 a megkívánt 10%-os pontosságon belül volt, de a további 2, illetőleg 4 előrejelzés sem sokkal lépte túl a 10%-os határt.

A terméshozam országos átlagának előrejelzett és tényleges adatait az *I. táblázat* tünteti fel. Amint a táblázatból kitűnik a hőmérsékleti alapon történő előrejelzésnél mindössze 10 kg volt az eltérés, a csapadék alapján történő becslésnél pedig egyik évben 30 kg a másik évben 50 kg.

I. TÁBLÁZAT

A tényleges és előrejelzett országos átlagos terméshozam adatok összehasonlítása

Év	Tényleges termés- hozam	Előrejelzett	
		Hőmérsék- let alapján	Csapadék alapján
1976	38,8 q/ha	38,7 q/ha	38,5q /ha
1977	40,5 q/ha	40,4 q/ha	40,0 q/ha

Mindkét összehasonlítás azt mutatja, hogy a kidolgozott módszer előrejelzési célra felhasználható. A gyakorlatban alkalmazott módszerek azonban megkövetelik a folyamatos pontosítást, korszerűsítést. Ennek útja pedig véleményünk szerint a vegetációs periódus alatti meteorológiai hatások egyre részletesebb, sokoldalúbb, rendszerszemléletű analízise.

IRODALOM

- Baier, W.* (1977): Crop-weather models and their use in yield assessments. WMO Technical Note No. 151, Genelva
- Budíko, M. I.* (1971): *Kimat i zszizny. Gidrometeoizdat, Leningrád,*
- Davitaja, F. F.* (1948): *Klimatyicseszkije zoni vinograda v SzSzSzR Gidrometeoizdat, Leningrád.*
- Shaw, L. H.* (1964): The effect of weather on agricultural output: a look at methodology. *Journal of Farm Economics*, vol. 46. 218–230. old.
- Varga-Haszonits, Z.* (1971): Effect of sunshine and temperature on the development of winter wheat variety Bánkúti 1201. *Acta Agronomica*, 3–4. szám., 132–136. old.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata, 83. évf. 6. szám. 1979. november – december
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83.No 6. Nov – Dec. 1979. Budapest

Elektromos szélmérők optimális mintavételi időtartama

BARTHA IMRE—MEZŐSI MIKLÓS, Orsz. Meteorológiai Szolgálat, Budapest

Összefoglalás. A szerzők összehasonlító méréseket végeztek Siófokon a *Fuess*-rendszerű egytetemes széliró lökés mérőjével és a balatoni távszélmérő-hálózatban alkalmazott elektromos anemométerrel. Az öthónapos mérési sorozat célja annak a megállapítása volt, hogy az elektromos szélműszer milyen mintavételi idővel közelíti meg legjobban a Pitot-csőves, mechanikus szerkezettel regisztrált széllelőkézés-adatokat. A dolgozat ismerteti a kísérlet technikai részleteit, a kiértékelés módszerét, az eredményeket és megállapítja, hogy a Pitot-csőves szélirók az 5 s-nál rövidebb széllelőkézéseket nagy hibával mérik, ezért szükséges a jövőben az anemométerek dinamikus jellemzőinek vizsgálata is.

✱

Optimum sampling period of electric anemometers. The authors carried out comparative measurements of wind gusts at Siófok with the *Fuess* pressure-tube anemograph and the electric anemometer used in the wind telemetry network around Lake Balaton. The purpose of the 5-month series of measurements was to determine the sampling period at which the gust data provided by the electric wind instrument best approximate the corresponding data recorded by the pressure-tube mechanic system. The technical details of the experiment, the method of evaluation and the results are described. The authors found that gusts shorter than 5 s cannot be accurately recorded by pressure-tube instruments, it would therefore be necessary in the future to study the dynamic response of the anemometers too.

✱

A hazai meteorológiai megfigyelések történetének tanúsága szerint hazánkban 1935-ben, Budapesten szerelték fel az első *Fuess*-típusú egytetemes szélirót, amely közvetlenül a széllelőkézéseket is regisztrálta, lineáris skálán, 0–40 m/s-os méréshatárral [1]. Ezt megelőzően ugyan az OMSZ jelenlegi központi épületének tetején 1911-től 1944-ig *Aedie* – *Munroo*-féle autográf, majd *Robinson* rendszerű széliró is működött, de ezek csupán szélutat regisztráltak, széllelőkést, maximális szélsébséget közvetlenül nem mértek.

1979-ben 60 db *Fuess*-rendszerű – de részben más cégeknél gyártott – széliró üzemelt megfigyelőhálózatunkban. Bármennyire is megbízhatónak bizonyultak ezek a műszerek, gyártásuk megszűnt, alkatrész-utánpótlásuk már nincs, fenntartásuk egyre nehezebbé válik. További gondot jelent, hogy az egytetemes szélirók nem kapcsolhatók távjelző – telemetrikus – eszközökhöz és adatgyűjtőkhöz, mivel nincs elektromos kimenőjelük. A robusztus súlyos szerkezet – amely ugyan előnyös a mechanikus regisztráló működtetéséhez – telepítése nehézségekkel jár (pl. földmáttórésszel), sőt bizonyos mérési feladatokra, így toronymérésekre eleve alkalmatlan. Elkerülhetetlen tehát, hogy a jövőben az állomáshálózatban éppúgy, mint a speciális megfigyelésekre (automata állomások, mérőtornyok) fokozatosan elektromos kimenőjelű anemométereket alkalmazzunk.

Új meteorológiai érzékelőtípus bevezetésével szemben alapvető igény, hogy adatai az előző műszertípussal mért, feldolgozott és publikált adatokkal azonos értékűek (konzisztensek) legyenek, a *sorozatok homogenitása* emiatt ne szenvedjen törést. Ez a feltétel természetesen a szélhőkés mérésre is érvényes: a mechanikus, Pitot-csöves mérőrendszer felváltása elektromos műszertípussal nem jelentheti azt, hogy a különböző rendszerű íróműszerek az azonos helyen és időben előforduló szélsősebesség-maximumot eltérő értékűnek regisztrálják. Ennek az első hallásra természetes föltételnek a teljesítése azonban jelentős nehézségekkel jár!

A WMO Műszerek és Megfigyelési Módszerek Bizottsága (CIMO) 1973-ban éppen azért kezdeményezte az anemométerek nemzetközi összehasonlítását, mert az európai klímaatlasz összeállításakor kiderült, hogy a szélviszonyok az országhatárokon, pl. a francia–belga határvidéken jelentősen „különböznek” a határon innen, ill. azon túl használt műszertípustól függően. (Az összehasonlítást 1976-ban végre is hajtották Franciaországban, a Trappes-i obszervatóriumban, 10 különféle típusú anemométerrel [2]). Jogos a kérdés, miként fordulhatnak elő napjainkban ilyen hibák? Feltételezzük, hogy a példaként említett területen is gyári hitelesítésű műszereket használnak, azonban a szokásos szélcsatorna vizsgálatok többnyire az anemométer indulási küszöbértékének és hitelesítési tényezőjének (= szélút/kanálfordulat) megállapítására szorítkoznak. *Dinamikus vizsgálatokat* ritkán végeznek a szélcsatornában, hiszen nagyrészüik erre nem is alkalmas; így pl. nem mérik, hogy milyen *időállandóval* – felfutási idővel – követi a kanál az ugrásfüggvény szerint hirtelen növekvő, ill. csökkenő szélsősebességet, milyen mérvű a „tűllövés”, vagyis az írószerkezet túlelmeledése az úszódob tehetetlensége miatt, mennyi a „*tehetetlenségi*, másként *szinkronizációs úthossz*”, azaz annak a vízszintes légoszlopnak a hossza, amelyben a szélkanál az új sebességet 63%-ra megközelíti stb.

A helyzetre jellemző, hogy egy 1972-ben készített statisztika szerint [3] a szélműszereket gyártó 25 nevesebb cég közül csupán 15 adja meg termékeinek valamilyen dinamikus jellemzőjét. Az általuk gyártott 60 féle szélsősebességmérő közül 50-hez mellékelik a műszer időállandóját vagy a tehetetlenségi úthossz értékét. Még az olyan jónévű és ismert műszergyártók, mint a *Lambrecht*, a *Richard* vagy a *Thies* is, szerényen hallgatnak az érzékelő részletes adatairól, pedig ezek ismerete nélkül manapság aligha képzelhető el turbulencia- és légszennyeződés-kutatásokat, dinamikus szélteher-vizsgálatokat kiszolgáló mérések, mérőrendszerek tervezése.

Tovább bonyolítja a szélműszerek összehasonlítását az elektromos anemométerek *mintavételezési idejének* hatása a mért/regisztrált adatra. Az elektromos kimenőjelű, kanalas szélműszerek u. i. nem közvetlenül mérik a sebességet, hanem az időegység alatt megtett utat összegezve, elektronikusan állítják elő a 10 perces egyszerű, ill. csúszo átlagot, vagy a repülési célra előírt 1–2 perces átlagértéket, valamint a maximális szélhőkés (*QNT*) mérőszámát. A *QNT* mérése terén különösen érvényesülnek a szélkanál dinamikus tulajdonságai és a mintavétel időtartamának hatása. A szokásos mintavételi időtartam: $t = 1 - 10$ s a típustól függően, vagyis a műszer a t idő alatt integrált szélútból számítja ki a *QNT* értékét. Könnyen belátható, hogy a mérés csak akkor pontos, ha a t kisebb, mint a vizsgált szélspektrum karakterisztikus lökéseinek időtartama. Ellenkező esetben a minta idejére számított átlag biztosan kisebb, mint a csúcserték, vagyis az anemométer a *QNT*-t negatív hibával méri.

Az OMSZ megfigyelő alaprendszerében a 80-as évek elején meg kell kezdeni a mechanikus szélírók cseréjét valamely korszerűbb, elektromos típusra. A fentiekben vázolt mintavételi problémákkal akkor majd a teljes mérőhálózatunkban szembekerülünk. Ettől függetlenül azonban a szélmérők mintavételének optimalizálása máris időszerűvé vált a Szolgálatnál. Elsőízben a *balatoni távszélmérőnél* [6] tapasztaltuk, hogy a Balatonszemesről, ill. Balatonfüredről távméréssel továbbított szélökés-értékek alacsonyabbak, mint amit a síófoki és keszthelyi *Fuess*-rendszerű szélírók adataiból valószínűsíteni lehet a tó térségére; ugyanakkor az átlagszél-adatok viszont jól megegyeznek a bázis-állomásokéval.

A balatoni viharjelzés a távszélmérő állomásokról a kiadott riasztások verifikálására is alkalmas, konzisztens széladatokat igényel. Éppen ezért 1978/79 telén kísérletet kezdtünk annak megállapítására, hogy az *elektromos szélmérők milyen mintavételi időtartammal közelítik meg legjobban a Fuess-lökésírók jelleg-görbéjét*. Ez a közelítés semmiképpen sem jelenti azt, hogy a *Fuess*-t abszolút műszerként, referenciaként kívánjuk elfogadni. Vizsgálatunk csupán azt célozza, hogy az elektromos anemométerekkel nyert szélmaximumok lehetőleg összhangban legyenek a mechanikus műszerekkel regisztrált, közel négy évtizedes adatsorokkal. Emellett a *kísérlet metodikai jelentősége* sem hanyagolható el: hiszen az alaphálózatban az anemométerek új generációjának bevezetését kiterjedt és gondosan tervezett összehasonlításnak kell majd megelőznie, amihez a jelen kísérlet próbaként szolgál. Dolgozatunkban az összehasonlító mérések technikai részleteiről, a vizsgálati eredményekről és következtetéseinkről adunk számot.

A vizsgált mechanikus és elektromos szélökésmérők főbb jellemzői

A *Fuess*-rendszerű, de *Metra* gyártmányú anemométer lökésírójának műszaki adatait egyik cég sem közölte. Az eredeti, gyári gépkönyvben [4] semmiféle konkrét adat sem található a Pitot-csőves, eredetileg négyzetes karakterisztikájú, de a paraboloid alakú úszóval linearizált skálájú szerkezetre. A gépkönyv szerint: „...a lökésíró tehetetlensége elegendően kicsi ahhoz, hogy a rövid szélökéscúcsokat hűen és torzítás nélkül adja vissza...”. Gyakorlott észlelők az úszódobra erősített írószerkezet felfutási idejét – kifogástalan állapotú műszernél – néhány *s*-ra becsülik, némi „túllövési” hajlammal. A karbantartók tapasztalatai szerint a kényes szerkezetű *lökésíró főbb hibaforrásai*: A torlónyomás beömlő nyílásai eldugulnak, a csillapító folyadék besűrűsödik, ill. elpárolog, a labirint tömitések megsérülnek, beszáradnak, az úszó kilyukad, a vitorla turbulens szélben nem áll be szélirányba stb. A felsorolt hibák az író toll kitérését csökkentik, vagyis ilyenkor a lökésmérő a valódi szélesebségnél kevesebbet mutat.

Irodalmi források szerint az angliai *Cardingtonban*, a *National Physical Laboratory*-ban még a 30-as években elvégezték a *Meteorological Office Mk. II.* típusú, Pitot-csőves anemométere dinamikus jellemzőinek vizsgálatát. Az eredményeket *M. A. Giblett* 1932-ben publikálta és következtetéseinek lényegét a hazai olvasó az [5]-ben is megtalálja. Eszerint 2 m hosszú közlőcsővel, az úszódobra erősített írószerkezet 1,7–3,5 *s* alatt közelíti meg 90%-ra a 0-ról 27, ill. 0-ról 5 *m/s*-ra növekvő szélesebséget. (Az alacsonyabb sebességre lassúbb a beállítás, mert a nyomóerő a sebesség négyzetével arányos!) A mérő-

fejet az úszóval összekötő *közlőcsövek* azonban további jelentős hibát okoznak: hosszú csőben nyomáshullámok alakulnak ki, így pl. 30 m hosszú csőre 4 s-os periódusidővel ráadott nyomásváltozás a csővégen 30%-os hibával jelentkezik. (Az OMSZ állomásain a közlőcsövek hossza 10–20 m között váltakozik). *A National Physical Laboratory következtetése: Pitot-csőes mérőrendszerekkel 5 s-nál rövidebb széllelkések még közelítő pontossággal sem értékelhetők. Giblett* idézett publikációjára a saját méréseink befejezése után bukkantunk, értékelésére még visszatérünk.

A balatoni távszélmérő rendszertechnikáját és műszaki adatait korábban már ismertettük az *Időjárás*-ban [6]. Az ott alkalmazott ún. „*kis Fuess*” anemométereket az Építéstudományi Intézet szélszatornájában hitelesítették: 120 mm-es kanálsugárral 2,4 m szélút/fordulat értékű kalibrációs együtt-hatót állapítottak meg. A hitelesítés a dinamikus jellemzőkre nem terjedt ki.

A „*kis Fuess*” szélmérőkbe utólag építették be az *elektromechanikus jeladót*, a kanál tengelyére szerelt mágnessel gerjesztett, üvegcsöves „reed” érintkezőt, amely a szélesebességgel arányosan, kanálfordulatonként 1 elektromos impulzust szolgáltat. A *QNT* mintavétel integrálási idejét a távszélmérő állomásokon – technikai okokból – eredetileg 12 s-ra terveztük, számolva azzal, hogy az ennél rövidebb időtartamú széllelkéseket az állomás eleve aláméri, alacsonyabbra értékeli. Az elektromechanikus jeladó névleges élettartama u. i. 10^7 nagyságrendű, amit az átlagos szélesebességgel forgó kanál 3 hónap alatt ér el. (A szélmérők mechanikai igénybevételére jellemző, hogy a kanál kb. 15 hónap alatt annyit forog, mint egy személygépkocsi kereke 100 000 km úton). A jeladó korlátozott élettartama miatt eddig nem volt lehetséges a fordulatonkénti impulzusszámot növelni s ezért kellett a kedvezőtlenül hosszú, 12 s-os *QNT* mintavételt választani.

A *KMI Műszaki osztálya* 1978 őszén az elektromechanikus jeladót a *kis Fuess*-ban optikai eszközzel, infravörös fénnel dolgozó „*fénysorompóval*” váltotta fel, amelynek névleges élettartama 10 év, működési hőmérséklete -40° -tól $+60^\circ$ -ig terjed. A kanálfordulatonkénti impulzusszám ezzel tetszés-szerint növelhető és akár 1 s-os integrálási idő is megvalósítható. Az összehasonlító mérések során részben már az optikai jeladóval ellátott mérőfejet használtuk.

Az összehasonlító mérések technikai részletei

A méréseket *Siófokon, a KEI Viharjelző osztályán* végeztük el 1978 novemberre és 1979 áprilisa között. A távszélmérő anemométere, a „*kis Fuess*” (a továbbiakban „*elektromos szélműszer*”) az öthónapos vizsgálati időszak során a *Fuess*-rendszerű, de *Metra* gyártmányú mechanikus műszerrel azonos magasságban, attól 1 m távolságra üzemelt. Az elektromos műszer adatait, az 1 perces átlagot és a maximális széllelkést óránként távgépíró regisztrálta; szeles időben a méréseket sűrítettük fél-, ill. negyedórásra. A mintavételi időtartamot kezdetben 12, majd 6, végül 3 s-ra állítottuk be. A *Fuess/Metra* szélíró regisztráló szalagjainak értékelése a szokásos módon történt, úgyelve arra, hogy egyidejű adatpárok kerüljenek a kiértékelő ívre.

Vizsgálati eredmények

a) *Átlagos szélesebesség.* Az időszak során a 0–19 m/s tartományban 1380 adatpárt értékeltünk a regisztrátumokból. Összehasonlításukból megállapítottuk, hogy:

- az esetek 83%-ában a regisztrált átlagsebességek különbsége abszolút értékben nem haladta meg az 1 m/s-ot;
- az esetek 3%-ában fordult elő 3 m/s-ot meghaladó eltérés.

A kétféle érzékelővel nyert átlagsebességek jó egyezése különösen akkor szembetűnő, ha megfontoljuk, hogy az elektromos műszer a regisztrálás előtti utolsó 1 perc átlagát méri, míg a *Fuess/Metra* szalagról legfeljebb a 10 perces átlag értékelhető közvetlenül.

b) *A lökémérők vizsgálata.* A vizsgálatok hangsúlyát a maximális szél-lökés (QNT) összehasonlítására helyeztük. Ismeretes, hogy a viharjelzés során két kritikus QNT értéket különböztetnek meg: a 12 és a 17 m/s-ot, amelyek várható bekövetkezésére „sárga”, ill. „piros” jelzéssel kell riasztani a tavon tartózkodókat. A kiadott riasztások verifikálása is e két küszöb túllépésén alapul [7]. Az összehasonlítást ezért a 6 – 19 m/s közötti átlagszél-tartományra szűkítettük – amely nagy számban tartalmazza a kritikus QNT értékeket – és ezen belül azt vizsgáltuk, hogy az elektromos anemométerrel, sorban előbb 12, majd 6 és végül 3 s-os mintavétellel regisztrált szél-lökések mennyire közelítik meg a *Fuess/Metra* lökésíróval nyert adatokat. A felsorolt mintavételi adatok mindegyikével 195 adatpárt, összesen 1170 adatot vontunk be a kiértékelésbe. Az összehasonlítás eredményét az I. táblázat mutatja.

A táblázatból kitűnik, hogy a mintavételi idő csökkenésével az elektromos anemométer egyre jobban közelíti a Pitot-csöves lökésírot, sőt a kétféle műszerrel kapott, egyidejű QNT adatpárok Δx átlagos különbségének

I. TÁBLÁZAT

Az elektromos szélműszerrel, különböző mintavételi időtartammal regisztrált QNT értékek közelítésének átlagos és relatív hibája, valamint szórása a síófoki FUESS/METRA szélíró adataihoz viszonyítva

Mintavételi időtartam [s]	12	6	3
$\overline{\Delta x}$ [m/s]	0,83	0,13	-0,43
s_x [m/s]	1,51	1,17	1,27
δ_x [%]	9,2	7,5	8,2

$$\text{Jelölések: } \overline{\Delta x} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y-x)}{n} \quad (\text{a közelítés átlagos hibája})$$

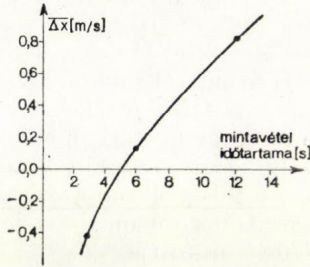
Y = a FUESS/METRA műszerrel mért QNT értéke

x = az elektromos műszerrel mért QNT értéke

s_x = a szórás értéke $n = 195$ esetből

$$\delta_x = \frac{\overline{\Delta x}}{\frac{\sum_{i=1}^n |Y|}{n}} \cdot 100\% = \text{a közelítés relatív hibája, ahol } \Delta_x = \frac{\sum_{i=1}^n |Y-x|}{n}$$

(közelítésének) előjelváltása 6 és 3 s között arra utal, hogy itt már a mechanikus írószerkezet – tehetetlensége folytán – alacsonyabb értéket ír, a szélsősebesség spektrumának magasabb frekvenciájú komponenseire kevésbé érzékeny, mint az elektromos műszer. Nyilvánvaló, hogy a két mérőrendszer dinamikus tulajdonságai, főleg a felfutási idő („*response time*”) annál a mintavételnél közelítik legjobban egymást, amelynél $\Delta x = 0$ lesz. Ez azonban nem jelenti azt, hogy az így kapott felfutási idő abszolút értékben, pl. dinamikus szélterhelés szempontjából is optimális, hiszen a kanál tehetetlensége az elektromos műszernél nem hanyagolható el!



1. ábra. A vizsgált elektromos, ill. mechanikus szélíró műszer QNT adatai közelítésének átlagos hibája $[\Delta x]$ a mintavételi idő függvényében, $N = 3 \times 195$ esetből számítva

Az 1. ábra a kétféle műszer adatai egymáshoz való közelítésének átlagos hibáját $[\Delta x]$ ábrázolja a t mintavételi idő függvényében. A három ponton átmenő görbe az $y = \Delta x$ tengely negatív ágához aszimptotikusan közelít és az idő tengelyt a $t = 5$ s-nál metszi, ahol a két műszer dinamikus jellemzői a legjobban egyeznek.

II. TÁBLÁZAT

A vizsgált műszerek QNT adatai közelítésének abszolút hibája $[\Delta x = |Y - x|]$ a mintavételi kategóriák szerint osztályozva, $N = 3 \times 195$ esetből. A jelölések megegyeznek az I. táblázatával.

Abszolút hiba [m/s]	Mintavételi időtartam [s]					
	12		6		3	
	n	%	n	%	n	%
≤ 1	134	68,7	163	83,6	151	77,4
≤ 2	171	87,7	185	94,9	185	94,9
≤ 3	185	94,9	193	99,0	191	97,9
≤ 4	190	97,4	195	100,0	195	100,0
≤ 5	194	99,5	—	—	—	—
≤ 6	195	100,0	—	—	—	—

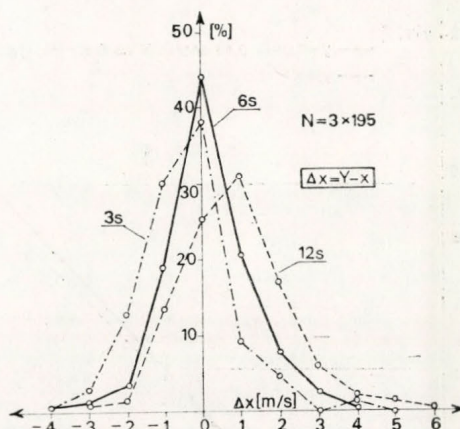
A II. táblázat bemutatja az elektromos és mechanikus műszerrel mért szélhőkések közelítésének abszolút hibáját, a mintavételi idő szerint osztályozva, %-os eloszlásban is. A közelítés abszolút hibáját a táblázathoz a $\Delta x = |Y - x|$ formulával értékeltük ki.

Ez a táblázat is igazolja, hogy a Pitot-csöves mérőrendszer dinamikus jellemzőit a háromféle mintavétel közül legjobban a 6 s közelíti meg: ekkor az abszolút hiba az eseteknek csupán 5%-ában haladja meg a 2 m/s-ot.

Az egyes QNT adatpárok közelítésének (különbségének) eloszlását a minta-

vételi idő függvényében a 2. ábra szemlélteti. Az ábrán szembevetendő a 6 s-os görbe majdnem teljes szimmetriája, valamint a 12 s-os mintavétel eltolódása a pozitív tartományba. Az utóbbi azt jelzi, hogy ilyen hosszú mintavételi idővel az elektromos műszer a rövid időtartamú széllelkéseket integrálja, ezáltal szignifikánsan kisebb QNT-eket mér, mint a Pitot-csöves írószerkezet.

A fentiek értelmében a háromféle mintavétel közül az optimumot legjobban közelítő 6 s-os elektromos, ill. a mechanikus anemométerrel mért QNT-ékre meghatároztuk a *sztochasztikus kapcsolat szorosságát*. A *Bravais*-féle [9] korrelációs koefficiensre $r=0,950$ értéket kaptunk, amely $P=0,1\%$ -os



2. ábra. A mechanikus [Y] és az elektromos [x] széliróval mért egyidejű QNT adatok Δx különbségének százalékos eloszlása 3, 6 és 12 s-os mintavételi időkkel, $N = 3 \times 195$ esetről számítva

szinten szignifikáns, vagyis igen szoros a kapcsolat a két különböző műszer mérései között. A fennálló sztochasztikus kapcsolat az $y = 1,09 x - 0,83$ lineáris regressziós egyenllettel írható le, (3. ábra), ahol x = az elektromos szélműszerrel, y = a *Fuess/Metra*-val regisztrált Y széllelkésnek a regressziós egyenllettel való közelítő értéke, m/s-ban. Értelmezési tartomány: $6 \leq x \text{ [m/s]} \leq 23$.

A regressziós egyenllettel való közelítés

relatív hibájára	$\delta_y = 2,5\%$
átlagos abszolút hibájára	$\Delta_y = 0,27 \text{ m/s}$
szórására	$s_y = 0,34 \text{ m/s}$

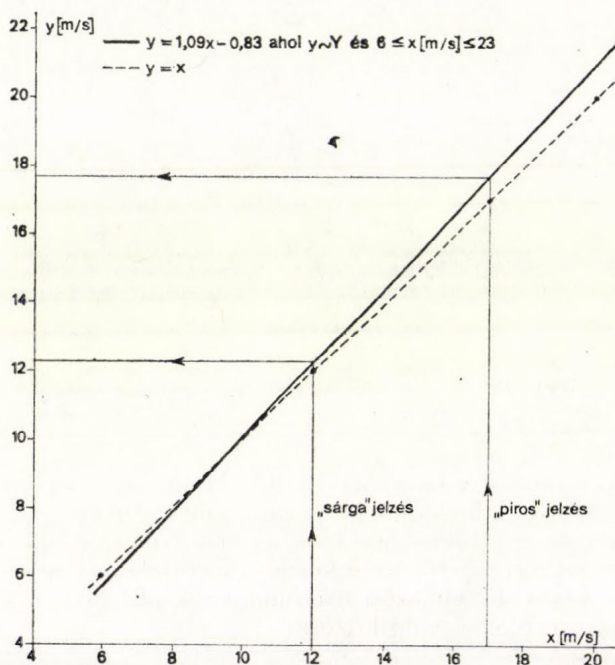
értékeket kaptunk. Ez azt jelenti, hogy a *Fuess/Metra* széliróval regisztrált Y széllelkések a regressziós egyenllettel számított y értékektől átlagosan 2,5% hibával térnek el. A 2,5%-os hiba természetesen nem tartalmazza a szélmérők egyedi hibáit, amelyeket – konkrét adatok híján – legfőbb becsléssel állapíthatunk meg.

A 3. ábrát elvileg úgy is értelmezhetnénk, hogy – a *Fuess/Metra*-t alapműszerként tekintve – az elektromos szélműszer a 17 m/s feletti QNT-éknél 1 m/s-mal kevesebbet mér és korrekcióra szorul. Azonban nincs semmi bizonyítékunk arra, hogy a mechanikus lökésíró alapműszerként szabadna kezelnünk: nem ismeretes u. i. az úszódob „túllökésének” (overshoot) mértéke gyors felfutásnál, hirtelen szélroham regisztrálásakor. Egyetlen mérési sorozattal egyébként sem dönthető el, hogy a síófoki műszer mennyire reprezentálja a Pitot-csöves műszert, hiszen a csillapító folyadék sűrűsége, a közlőcsövek hossza és állapota stb. nyilván befolyásolja a lökésíró működését. Ezen-

kívül a jelen vizsgálat során nem volt módunk az optimális, az 1. ábrán a $\Delta x=0$ feltételt teljesítő, 5 s-os mintavétellel dolgozni. Ha a regressziót ez utóbbira készíthettük volna el, a két műszer QNT adatai közötti különbség bizonyosan a mért érték 5%-a alá csökken.

Következtetések

A síófoki összehasonlító mérésekből néhány általános érvényű következtetést mégis levonhatunk:



3. ábra. Regressziós összefüggés az elektromos [x] és a síófoki Fuess/Metra [Y] szélirók lökésadatai között; a mintavételi idő: 6 s, a közlőcső hossza: 12 m, $n = 195$. Az ábrán megjelöltük a viharjelzésnél kritikus sebességfokozatokat is.

– A Fuess/Metra szélirók dinamikus viselkedésére lényegében hasonló eredményt kaptunk, mint az angolok 1932-ben a *National Physical Laboratory*-ban végzett vizsgálatok során: a Pitot-cső és az úszódob a 4–5 s-nál rövidebb széllekedéseket már nem képes hűen követni. Dinamikus jellemzőkre is hitelesített mérőeszköz híján a mechanikus lökésiró hibájának abszolút értékét és a hiba frekvenciafüggését nem tudtuk megállapítani, csupán a két műszertípus QNT adatainak eltérését határoztuk meg;

– A szélcsatorna méréseket a jövőben – lehetőség szerint – ki kell terjeszteni az anemométerek dinamikus vizsgálatára is. A kanalas műszerek mellett az iránymérőkre is definiálták a dinamikus jellemzőket: az egyik ilyen pl. a „csillapítási viszony” (damping ratio), azaz a vitorla egymást követő lengéseinek amplitúdóiból képezett hányados. A szélműszerek összehasonlításába érdemes lenne bevonni a szovjet gyártmányú M 63 MR, a hazai Gamma és a paksi 120 m-es mérőtoronyhoz beszerzett Weathermeasure W 103/104 anemométereket;

– A megfigyelő alaprendszer szintentartása, korszerűsítése és új műszertípusok várható üzembeállítása egyaránt indokolja, hogy az OMSZ rendszeres módszertani vizsgálatokat folytasson a főbb elemek (hőmérséklet, szél, nedvesség, légnyomás és csapadék) érzékelőivel. Mindez nem jelentene többet, mint a fejlett európai országok meteorológiai intézményeiben 40–50 évvel ezelőtt meghonosodott gyakorlat hazai bevezetését.

Köszönetnyilvánítás: A szerzők köszönetüket fejezik ki a KMI műszaki főosztálya és a KEI viharjelző osztálya mindazon dolgozóinak, akik a kísérlet végrehajtásában közreműködtek.

IRODALOM

- [1] *Takács L.*, (1970): Műszerek és megfigyelési módszerek a magyar meteorológiai szolgálatban. Fejezetek a magyar meteorológia történetéből, OMSZ – Budapest.
 - [2] *Compte-rendu de la comparaison internationale des anémomètres.* OMM – CIMO; Trappes, 1977.
 - [3] *Mazzarella D. A.*, (1972): An inventory of specifications for wind measuring instruments. Bulletin of American Meteorological Society, Vol. 53. No. 9.
 - [4] *Fuess R.*, (1952): Betriebs- und Aufstellungsvorschrift für Universal-Windschreiber Nr. 82a.
 - [5] *Handbook of Meteorological Instruments*, Part I. Meteorological Office, London, 1956.
 - [6] *Mezősi M.*, (1977): Távszélmérő a balatoni viharjelzés szolgálatában. Időjárás 81. 100–106.
 - [7] *Böjtö B.*, (1979): Útmutatás a viharjelző szolgálat részére. OMSZ kiadvány, Budapest.
 - [8] *Obádovics Gy.*, (1972): Gyakorlati számítási eljárások. Gondolat Kiadó, Budapest.
 - [9] *Dobosi Z. – Felméri L.*, (1971): Klimatológia. ELTE, egyetemi jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest.
-

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 6. szám. 1979. november – december
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 6. Nov – Dec. 1979. Budapest

Műholdas hőmérsékleti profilok hibavizsgálata

MOLNÁR GYULA, Központi Légműködési Intézet, Budapest

Összefoglalás. A dolgozat célja az infravörös műholdas sugárzásadatokból nyerhető légköri hőmérsékleti profilok hibavizsgálata felhőmentes légkör esetén. A szocialista országok közötti Interkozmosz együttműködés keretében szovjet és NDK-beli kutatók is kimutatták számítógépes *szimulációs* módszerrel, hogy több, számításba vehető távzondázáson alapuló profilmeghatározási eljárás közül a statisztikus regularizációs módszertől várhatjuk a legnagyobb pontosságot. Mivel a nemzetközi *gyakorlati* tapasztalatok is erre utalnak, ezért ebben a munkában is ezt alkalmaztuk mintegy 300 db függőleges hőmérsékleteloszlás kiszámítására *valódi*, NIMBUS 5 SCR műszer által mért műholdas adathalmazból. Ezzel lehetővé vált korábban kidolgozott egyszerűsített profilmeghatározó eljárásunk nagy területre történő ellenőrzése. Megvizsgálhattuk azt is, hogyan függ a kapott műholdas hőmérsékleti profilok hibája a számításokhoz szükséges a priori klimatológiai statisztika térbeli ill. időbeli inadekvátságának mértékétől. Bár az egyes évszakok hibái között bizonyos eltérések voltak, végeredményben megerősítettük azt a következtetést, hogy bizonyos határig a statisztika térbeli inadekvátsága a légkör legtöbb szintjén nem túlságosan zavaró, s így egy adott rádiószondás állomás többéves mérésorozatából nyert statisztika legalább mintegy 1,5 millió km²-re érvényes. Az időbeli inadekvátság viszont számottevő hibanövekedést idéz elő, különösen a sztratoszférában (télen) és a troposzférában (nyáron), lényegében a térbeli inadekvátság mértékétől függetlenül. Lényeges eredményként könyvelhetjük el, hogy a korábban csak a közelítőleg Budapest fölött mért műholdas adatokkal ellenőrzött profilszámítási eljárásunk az egész vizsgált területre 2,94 K pontosságot, ami felhasznált egyszerűsítésekhez képest elfogadható.



Error analysis of satellite temperature profiles. The paper gives an error analysis of the atmospheric temperature profiles deduced from satellite radiance data for cloudless atmosphere. In the framework of the "Intercosmos" co-operative studies carried out in the socialist countries, scientists in the Soviet Union and the GDR have shown by computer *simulation* methods that of several possible profile determination procedures based on remote sounding, the statistical regularization method may be expected to have the greatest accuracy. Since international *practical* experience also seems to confirm this conclusion, the above mentioned method was applied also in our work to compute about 300 vertical temperature distributions from the *real* satellite data measured by the NIMBUS 5 SCR instrument. This provided an opportunity of checking on a large area the simplified profile-determining procedure we developed earlier. It was also possible to investigate how the error of the temperature profiles obtained depends on the spatial and temporal inadequacy of the a priori climatological statistics needed to the computations. Although there were some differences between the errors in the different seasons, in the final analysis we could confirm the conclusion that, up to a certain limit, the spatial inadequacy of the statistics is not too disturbing, so that a statistics based on an observational series of several years from a given radiosonde station can be regarded as representative for an area of at least about 1,5 million km². Temporal inadequacy, however, causes a significant increase of the error, in particular in the stratosphere (in winter) and in the troposphere (in summer), practically independently of the degree of spatial inadequacy. An essential result of the study is that our profile-computing procedure, which was earlier checked

with satellite data measured approximately over Budapest only, proved to have an accuracy of 2,94 K for the whole area; in view of the simplifications applied, this value is acceptable.

*

Bevezetés. A légkör függőleges hőmérsékleteloszlásának infravörös hullámhossztartományban végzett műholdas sugárzásmérésekből történő meghatározása már jelentős múltra tekinthet vissza. Így például részletesen kidolgozottnak tekinthető a CO₂ 15 μm-es elnyelési sávjában egyes, bizonyos követelmények alapján kiválasztott, keskeny hullámszám-intervallumokban mért sugárzásadatok használata erre a célra. Ilyen típusú adatokat szolgáltat a NOAA műholdakon elhelyezett VTPR berendezés (*McMillin és mások*, 1973), melynek fő célja az óceánok fölötti vertikális hőmérsékleti profilok szolgáltatásu meghatározása, de hasonló típusú adatokat mér a más elven működő, főleg kutatási célokból felbocsátott SCR műszer is (*Ellis és mások*, 1973). Az Interkozmosz együttműködés keretében kidolgozott, a fentebb említett berendezésekkel ellentétben kvázifolytonos infravörös sugárzási spektrumot mérő Fourier-spektrométer adatainak előzetes feldolgozása még biztatóbb eredményeket ígér (*Golovko és mások*, 1978; *Golovko és Spänkuch*, 1978). Kisebb az átlagos négyzetes eltérés, s különösen a tropopauza hőmérsékletm-eghatározási hibája csökkent jelentős mértékben. Mindamellet a Fourier-spektrométer adataival úgy is számolhatunk – megfelelő hullámszám-intervallumokban kiválasztott mérésadatok felhasználásával –, mintha diszkrét frekvenciákon mérő berendezés adatai volnának (*Molnár*, 1978).

A szimulált és valódi műholdas mérésadatokkal végrehajtott hőmérséklet-eloszlás-meghatározások arra utalnak, hogy a légköri optika ezen inverz feladatának megoldására lehetséges számos módszer közül a statisztikus regularizációs vagy más néven inverz mátrix eljárás alkalmazása biztosítja átlagosan a legjobb eredményeket (pl. *Spänkuch és mások*, 1977), s a gyakorlatban is igekeznek ezt a módszert vagy iterációs (pl. *McMillin és mások*, 1973), illetve továbbfejlesztett változatait [lásd pl. *Rodgers* (1976) összefoglaló jellegű munkáját, s a rádióhullám-tartományban mért műholdas sugárzásadatokból történő vertikális hőmérséklet-eloszlások meghatározásával kapcsolatban pl. *Ledsham és Staelin* (1978) cikkét] alkalmazni.

A profilszámítások. A légköri sugárzásátviteli egyenlet hőmérsékleti profila történő megoldásának statisztikus regularizációs módszere a következő közelítő mátrixegyenlet formájában írható fel: (lásd pl. *Rodgers* 1970, *Strand és Westwater* 1968).

$$T(p) = \bar{T}(p) + \bar{S}A^T (A\bar{S}A^T + N)^{-1} (R - \bar{R}). \quad (1)$$

Itt $T(p)$ a megoldásprofil, $\bar{T}(p)$ a megfelelő földrajzi helyzetre, ill. évszakra vonatkozó klimatológiai átlagprofil. Ezek n számú elemet tartalmaznak, ahol n azt mutatja, hogy a légkört 1000 mb-tól a vizsgált legmagasabban fekvő nyomásszintig hány rétegre bontottuk. Az $n \times n$ dimenziójú \bar{S} mátrix az adott helynek és évszagnak megfelelő hőmérsékleti autokovariancia-mátrix. Ezeket a $\bar{T}(p)$ -akkal együtt öt év budapesti rádiószondás hőmérsékleti adatának feldolgozásával határoztuk meg a 10 mb-os nyomásszintig (*Molnár és Varga*, 1974). Az $m \times m$ dimenziójú N mátrix a sugárzásmérések hibáinak kovariancia-mátrixa, s m a távzondázáshoz használt infravörös csatornák száma; a T kitevő transzponálás jele; R a műhold által mért sugárzásintenzitá-

sokat magába foglaló m dimenziós oszlopvektor, míg \bar{R} az a sugárzásátviteli egyenlet alapján számított sugárzásvektor, amelyet a műholdon elhelyezett műszer akkor „látna”, ha a légkör a $\bar{T}(p)$ hőmérsékletoszlásnak megfelelően sugározna. Az $m \times n$ dimenziójú A mátrix tartalmazza a súlyfüggvényeket, melynek egy eleme a következő közelítő formában írható fel:

$$A_{kj} = [\tau(\gamma_j^r) - \tau(\gamma_{j+1}^r)] \frac{dB(v_k; [\bar{\gamma}_j^r + \bar{\gamma}_{j+1}^r]/2)}{d\gamma}, \quad (2)$$

$$k = 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

ahol $dB/d\gamma$ a Planck-függvény deriváltja; τ az átbocsátási függvényt jelöli, s ezek már az egyes évszakok γ_j^r (r az évszakokat indexeli, mégpedig $r=1$ a télnek, $r=2$ a tavasznak, $r=3$ a nyárnak, $r=4$ az őszenk felel meg) átlaghőmérsékletére korrigált értékek, korábbi munkánkban kidogozott módszerünknek (Molnár, 1977) megfelelően: v_k a műholdszűrő centrális hullámszáma.

Ez a típusú hőmérsékleti korrekció meghatározás természetesen a direkt számításokhoz képest egyszerűsítést jelent, de egyben biztosítja a gyors futtatási időt, még kisebb számítógéppel is. További egyszerűsítés, hogy számításaink során a légkört 18 szintre bontottuk ($n=18$), részben a gyors számítógépes futtatás, részben a kovariancia-mátrixaink 18×18 dimenziós volta miatt. McMillin és mások (1973) pl. 100 rétegre számolnak, de a kovarianciamátrixnak csak a diagonális elemeit veszik figyelembe. Műholdas adataink az Oxfordi Egyetem Légkörfizikai Intézetéből származnak. Ők dolgozták ki az SCR műszert, melyet az 1972 decemberében felbocsátott NIMBUS 5 műholdon is elhelyeztek (részletes leírását megtalálhatjuk pl. Houghton és Smith [1970], Ellis és mások [1973] cikkeiben). A statisztikus regularizációs módszer alkalmazhatósága érdekében 10 mb-nál magasabban fekvő légköri szintekre nem szándékoztunk profilokat meghatározni, így az SCR súlyfüggvények vizsgálata után a következő 6 csatornát választottuk ki az SCR szűrők közül: B34, B4, A1, A2, A3 és A4. Az egyszerűség kedvéért az N hibamátrixban csak a diagonális elemeket tartottuk meg. A sugárzásátviteli egyenlet alapján az R vektor egy eleme a következő formulával közelíthető:

$$\bar{R}_k^r = \sum_j [\tau(\gamma_j^r) - \tau(\gamma_{j+1}^r)] B(v_k; [\bar{\gamma}_j^r + \bar{\gamma}_{j+1}^r]/2) + \tau(\gamma_F^r) B(v_k; \gamma_F^r). \quad (3)$$

Itt F a felszínre vonatkozó értéket jelöli.

Az eredmények analízise

a) Egyszerűsített profilmeghatározási módszerünk hibái a nagy mintára. Korábban (Molnár, 1979) már határoztunk meg műholdas hőmérsékleti profilokat az SCR berendezés adatai alapján, de szigorún csak Budapesthez közeli műholdas mérések segítségével. Most lehetőségünk volt egyszerűsített profilmeghatározási eljárásunk nagyobb területre és több adatra történő ellenőrzésére.

A műholdas profilok hibáinak meghatározásához szükségünk volt eredményeink rádiószondás hőmérsékletmérésekkel történő összehasonlítására. Nagy felbontású SCR adataink a keleti hosszúság 10. és 30. foka illetve az északi szélesség 42. és 52. foka közötti térségből állnak rendelkezésünkre, az 1974-es év január, április, július, augusztus és október hónapjából. Rend-

szeresen mért rádiószondás adatokat végül is csak 8 helyről tudtunk szerezni, s ezek közül is ki kellett hagynunk Zágrábot a statisztikai feldolgozásból, mert itt kevés kivétellel éppen felhős idő volt a műholdátvonulások során. A rádiószondás és műholdas hőmérsékleti profilok összehasonlításához 12 főizobárszintet választottunk ki 20 mb-tól (10 mb-on is szeretttünk volna összehasonlításokat végezni, de sajnos csak kevés esetben érték el a rádiószondák ezt a magasságot) 850 mb-ig. Minden állomásra és minden nyomásszintre

I. TÁBLÁZAT

A különböző állomások fölött számított műholdas hőmérsékleti profilok nyomásszintenkénti, valamint nyomásszintekre átlagolt éves átlagos abszolút hibái.

P [mb]	Szeged 150 km	Bécs 230 km	Belgrád 310 km	München 565 km	Berlin 715 km	Miláno 750 km	Róma 810 km
20	2,1	2,34	2,32	4,62	2,4	1,88	1,07
30	2,34	2,81	3,9	3,4	3,41	0,83	3,77
50	1,6	2,23	2,8	2,3	1,14	3,27	3,26
70	2,73	3,07	3,82	2,18	1,26	3,91	4,61
100	2,57	2,57	3,06	2,64	2,37	3,78	5,18
150	2,14	3,34	2,34	3,51	2,82	5,32	4,64
200	3,31	5,39	3,61	3,57	4,55	3,44	3,37
250	2,66	3,43		3,06	3,57	4,04	2,66
400	2,27	3,21	1,18	2,23	2,43	2,46	1,4
500	2,34	3,56	1,85	2,67	2,29	2,66	1,76
700	1,95	3,68	2,25	3,18	1,59	2,11	2,44
850	2,02	4,29	3,7	4,08	2,35	4,1	3,54
Átlag hiba	2,34	3,33	2,74	3,12	2,52	3,14	3,14

kiszámítottuk az éves átlagos hibákat, s ezeket az I. táblázatban mutatjuk be.

Megjegyezzük, hogy Belgrád nem adja meg 250 mb-on a léghőmérsékletet. A táblázat összeállításához csak a derült vagy kissé felhős esetekben meghatározott műholdas hőmérsékleti profilokat vettünk figyelembe, s ezeket a „légköri ablakban” mért SCR adatokra vonatkozó bizonyos megszorítások alapján válogattuk ki.

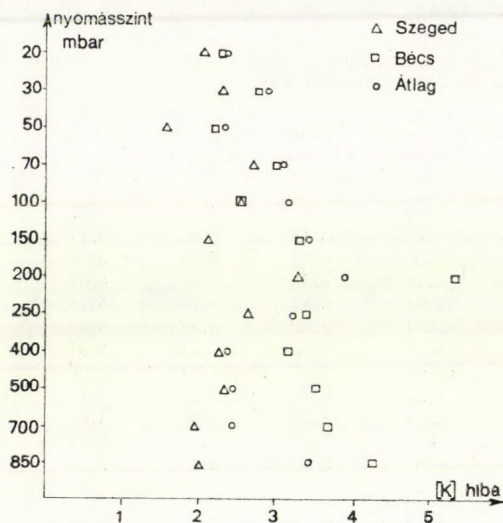
A legkisebb átlagos évi hiba 2,34 K-os értéke (Szeged) gyakorlatilag meg egyezett az ugyanezen nyomásszintek átlagából meghatározott Budapesti átlaghibával (2,37 K), vagyis 150 km-es eltérés az adekvát statisztika és a műholdas mérés helye között nem okoz hibát. Magyarázatra szorulhat Bécs magas, s Berlin viszonylag alacsony átlagos hibaértéke. Az előbbiért valószínűleg földrajzi tényezők felelősek, az utóbbit pedig az okozhatja, hogy Berlinben a rádiószondás mérések időpontja igen közel van a műholdas sugármérések időpontjaihoz, míg a többi állomás esetén 2–2,5 órás eltérések is gyakoriak.

Az összes vizsgált profilból számított éves átlagos hiba 2,94 K ami egyszerűsített profilszámítási eljárásunknak megfelelő kontrollja. Az éves átlagos hiba vertikális függését az I. ábrán láthatjuk, a legkisebb és a legnagyobb átlaghibát adó városok hibaprofiljaival együtt. Mindegyik esetben látható a tropopauza többi szintnél nagyobb (kivétel többé-kevésbé a legalsó troposzférikus szint) hibája, amit azzal magyarázhatunk, hogy az SCR műszernek nincs súlyfüggvénymaximuma ebben a légrétegben.

Érdekes, hogy 200 mb fölött a legnagyobb átlagos hibával rendelkező

Bécs is kisebb hibákat ad, mint az átlaghiba ezeken a nyomásszinteken. Ez azzal magyarázható, hogy a sztratoszférában a Budapest – Bécs távolság kis értéke miatt jó a budapesti statisztika használata, míg a troposzférában az orográfiai különbségek miatt jelentős különbség lehet a két város statisztikájában.

b) A hiba függése a felhasznált a priori statisztika térbeli inadekvátságának mértékétől. Említettük, hogy profilmeghatározásra használt egyenle-



I. ábra: Az összes állomásra és évszakra átlagolt hiba (O) függése a magasságtól, valamint a legkisebb (Δ), ill. legnagyobb (\square) éves átlaghibát adó állomások megfelelő hibaértékei

tünkben az S mátrixot budapesti rádiószondás adatokból számítottuk ki, tehát szigorúan véve a statisztikus regularizációs eljárást, csak Budapest viszonylag szűk környezete fölött mért műholdas adatokból határozhatnánk meg. Jelentősen leegyszerűsítene a profilmeghatározások inverz mátrix eljárással történő kiszámításának problémáját, ha egy adott földrajzi helyre jellemző a priori információ más, ettől a helytől jóval távolabb mért műholdas adatokra is használható lenne. Ennek a problémának a vizsgálatára többek között *Spänkučh és mások* (1977) numerikus kísérleteket végeztek Berlin és Valencia (Írország) klimatológiai statisztikáinak felhasználásával. 100–100 db októberi és januári valentiai műholdas profilt szimuláltak a megfelelő valentiai ill. berlini statisztika felhasználásával. Az adekvát statisztika helyett a berlini használatakor októberben 0,3 K-el nőtt az átlagos hiba, míg januárban 1,24 K-el. Vizsgálataink során összehasonlítottuk a 7 db, Budapesttől (az adekvát statisztika helyétől) különböző távolságra fekvő város rádiószondás profiljainak eltérését a (közelítőleg) fölöttük mért műholdas sugárzásadatokból számított hőmérsékleteloszlásoktól. Az egyes állomásokon a műholdas profilok éves átlagos hibáit hasonlítottuk össze, s a fent említett numerikus kísérletek alapján azt vártuk, hogy Budapesttől távolodva egyre növekszik a hiba az egyes légköri szinteken, vagy legalábbis a profilok átlaghibája nő a Budapesttől mért távolság függvényében. Eredményeinket szintén az I. táblázatban foglaltuk össze. A hiba távolságfüggésének eldöntésére az I. táblázat hibaadataira minden nyomásszinten egyenest illesztettünk, s megvizsgáltuk meredekségüket. A 12 nyomásszint közül 4 esetben kaptunk kismértékű negatív, 7 eset-

ben kisebb-nagyobb pozitív, míg egy alkalommal gyakorlatilag elhanyagolható meredekséget. Ezekből meghatároztuk a nyomásszintenkénti, 810 km-re eső hibanövekedést ill. csökkenést. Nagymértékű hibanövekedést találtunk 150 és 100 mb-on (2,6 ill. 1,8 K-t), melyek a tropopauza jelentős térbeli változékonyságára utalnak. Az összes nyomásszintre átlagolva végül is 0,425 K átlagos *hibanövekedést* kaptunk, ami nem mondható jelentősnek. A sztratoszférában (150 mb fölötti nyomásszinteken) ez a hibanövekmény 0,535 K, a troposzférában pedig 0,347 K nagyságú volt. A szintenkénti átlaghibák átlaga

II. TÁBLÁZAT

Különböző állomások fölött számított műholdas hőmérsékleti profilok nyomásszintenkénti, valamint nyomásszintekre átlagolt nyári átlagos abszolút hibái nyári (alsó sorok), illetve téli (felső sorok) statisztika felhasználásával.

P [mb]	Szeged 150	Bécs 230	Belgrád 310	München 565	Miláno 750	Róma 810
20	5,01	2,14	4,811	0,944	5,17	3,63
	1,21	1,82	0,99	4,0	1,12	1,12
30	1,59	1,45	0,72	1,5	2,5	2,04
	1,63	4,26	3,08	4,48	0,63	4,64
50	1,78	0,73	0,45	0,97	2,04	1,48
	0,44	1,91	1,71	2,1	1,74	3,4
70	2,46	2,52	2,98	1,27	1,46	3,64
	3,3	2,95	4,5	2,47	3,13	5,63
100	3,32	3,72	4,0	4,05	4,9	7,13
	2,5	2,18	3,26	2,91	3,72	5,6
150	2,49	5,19	4,9	7,06	5,61	6,48
	1,97	3,7	3,7	5,54	3,48	4,13
200	10,36	6,12	5,09	5,64	3,95	3,65
	3,3	3,96	3,82	2,98	2,71	2,26
250	3,72	1,2		1,63	3,4	2,86
	4,11	1,59		1,91	3,16	2,6
400	4,86	6,81	4,98	7,61	4,34	5,27
	2,17	2,92	1,33	3,48	1,21	1,49
500	3,75	3,68	2,81	4,25	2,58	1,74
	2,36	2,44	1,6	3,02	1,9	1,33
700	1,908	1,66	2,27	1,8	2,61	3,77
	1,76	3,08	2,65	4,01	2,14	2,02
850	6,93	8,06	9,22	9,65	6,45	6,65
	2,01	3,64	4,59	4,52	2,6	3,12
Átlag hiba téli stat.	4,02	3,61	3,84	3,86	3,70	3,95
Átlag hiba nyári stat.	2,23	2,87	2,84	3,45	2,3	3,11

gos hibájára szintén illesztettünk egyenest, s ez még kisebb, 0,303 K-nyi hibanövekedést adott 810 km-re.

Az éves átlagokra végzett vizsgálatokat követően megnéztük, milyen következtetéseket vonhatunk le a két, hőmérsékleti szempontból gyökeresen eltérő évszak, a nyár és a tél átlagos hibáinak tanulmányozásából. A nyári átlagos hibákat a *II. táblázatban* láthatjuk, minden nyomásszinten az alsó sorban, s ily módon mutatja a *III. táblázat* a téli átlagos hibákat. A szintekre átlagolt nyári átlaghibákra illesztett egyenes 810 km-re 0,41 K hiba-

III. TÁBLÁZAT

A különböző állomások fölött számított műholdas hőmérsékleti profilok nyomásszintenkénti, valamint nyomásszintekre átlagolt téli átlagos abszolút hibái téli (alsó sorok), illetve nyári (felső sorok) statisztika felhasználásával.

P [mb]	Szeged 150	Bécs 230	Belgrád 310	München 565	Miláno 750	Róma 810
20		9,72 4,53	9,17 5,7	9,19 2,29		
30		6,58 1,43	11,6 6,71	9,70 1,66		
50	3,56 4,09	1,74 1,22	7,35 3,65	1,4 2,37	0,65 0,92	3,28 0,65
70	2,3 2,9	1,82 0,94	8,09 4,18	1,96 1,63	4,34 4,99	4,04 1,12
100	2,8 2,2	1,56 1,93	1,79 2,33	1,62 2,46	10,15 8,88	2,96 3,63
150	4,20 2,5	0,38 2,99	2,67 0,96	2,07 0,95	14,1 16,2	7,13 10,13
200	4,93 3,5	2,66 6,34	4,36 2,22	1,73 3,88	10,93 13,3	5,51 10,0
250	1,22 0,3	3,16 4,03		2,82 4,57	1,96 2,15	0,80 3,93
400	2,43 2,69	2,72 2,77	5,80 1,35	3,81 1,72	1,46 3,96	4,57 1,42
500	2,89 3,4	4,86 3,24	6,21 1,61	4,46 2,76	1,93 2,63	4,73 1,59
700	1,73 3,1	3,1 3,17	1,23 1,88	2,84 2,32	3,00 2,03	2,12 3,02
850	2,31 4,28	3,4 3,92	1,33 6,07	3,22 3,62	1,7 6,26	2,28 5,76
Átlag hiba nyári stat.	2,84	3,48	5,38	3,74	5,12	3,74
Átlag hiba téli stat.	2,79	3,04	3,33	2,52	6,13	4,13

növekedést ad, míg a hasonlóan meghatározott téli hibanövekmény 2,59 K. Ez arra utalhat, hogy télen a légkör hőmérséklet-eloszlása olyan nagy ingadozásokat mutat a földrajzi helyzet függvényében, amely miatt a budapesti statisztika használata csak az átlagosnál kisebb távolságokra engedhető meg. Mindenesetre, mivel a nyárihoz hasonlóan a tavaszi és az őszi hibanövekedés is kismértékű, végeredményben azt mondhatjuk, hogy a vizsgált területen, de legalábbis egy kb. 700 km sugarú területen belül megengedhető a terület közép-pontjára vonatkozó a priori információ használata. Megjegyezzük még, hogy Spänkuch és mások (1977) szimulált adatokból kapott, már említett hibanövekedése (térbeli statisztika meg nem felelés miatt) az általunk használt 810 km-re számítva októberben 0,19 K, januárban pedig 0,77 K. Ez átlagban 0,48 K-nek felel meg, ami jó összhangban az általunk nyert 0,425 K-es, évi átlaghibában mutatkozó növekedéssel.

c) A hiba függése a statisztika időbeli inadekvátságától. Spänkuch és mások (1977) numerikus kísérleteket végeztek a műholdas hőmérsékleti profilok átlagos hibáinak kiszámítására időben nem megfelelő a priori klimatológiai adatok használata esetén is. 100 db júliusi berlini profilt számítottak ki júliusi valamint januári berlini statisztika felhasználásával. Az átlagos hiba az első esetben 1,61 K, a második esetben pedig 4,49 K volt, a hibanövekedés tehát 2,88 K.

Számításaink eredményeit láthatjuk a II. és a III. táblázat felső sorai-ban, mégpedig a II. táblázatban a nyári profilmeghatározások eredményeit téli statisztika alkalmazásával, míg a III. táblázatban a téli átlagos hibákat, nyári statisztika felhasználása esetén. E táblázatok összeállításakor kihagytuk a Berlinre vonatkozó eredményeket, hogy az átlagos hibák lehető leghomogénebb voltát biztosítsuk. Az összes profilból számított átlagos hiba nagysága nyáron, adekvát statisztika használata esetén 2,8 K, téli statisztika alkalmazásakor pedig 3,83 K. Külön vizsgálva a sztratoszféra és a troposzféra átlagos hibáját azt az érdekesnek mondható eredményt kaptuk, hogy az inadekvát statisztika használata miatti hibanövekedés csak a troposzférában lépett fel (itt 1,8 K-nel nőtt a hiba), a sztratoszférában viszont 0,3 K-nel csökkent az átlagos hiba. A téli hőmérsékleteloszlások meghatározásakor ezzel szemben a nyári statisztika használatakor a sztratoszférában nőtt az átlagos hiba (1,9 K-nel), míg a troposzférában, ha kismértékben is (0,48 K-nel), de csökkent. A hiba vertikális viselkedése tehát homlokegyenest ellentétes a hőmérsékleti szempontból legjobban eltérő két évszakban, s magyarázata valószínűleg a troposzféra nagymértékű nyári, s a sztratoszféra jelentős téli változékonyságában rejlik. A téli profilok átlagos hibája (3,66 K) egyébként csak 0,4 K-nel nőtt időben inadekvát klimatológiai statisztika alkalmazásakor, szemben a nyári 1,03 K-es növekménnyel. Mindenesetre az utóbbi érték is jóval kisebb, mint a numerikus kísérletekből nyert 2,88 K.

Megjegyezzük még, hogy nyáron az inadekvát statisztika használata minden állomásra növeli a profilok átlagos hibáját, télen ellenben a két legtávolabbi város fölött számított hőmérsékleteloszlások átlagos hibája valamelyest csökken. Az említett két város Milánó és Róma, így ez a tény valószínűleg a mediterrán hatással magyarázható.

Az eredmények összegzése. Általános konklúzióként levonhatjuk, hogy 1. Az egyes légköri szinteken illetve átlagosan kapott hibák értéke egyszerűsített hőmérsékleti profilmeghatározó módszerünk megbízhatóságát, derült esetekre történő alkalmazhatóságát támasztja alá. Ez különösen az óceánok, tengerek fölötti profilmeghatározások szempontjából lehet fontos. A hibák

ugyan általában nőnek a távolság függvényében, azonban ez a növekedés nem éri el a 0,5 K-t (— legalábbis a téli időszak kivételével —, amikor is a fentebb említett környezet 600 km alá csökken).

2. Vizsgálataink megerősítették, hogy valódi műholdas sugárzásadatok használata esetén, amennyiben a hőmérsékleti profilokat a statisztikus regularizációs eljárás segítségével határozzuk meg, akkor az egy adott helyre vonatkozó klimatológiai statisztikát az adott hely meglehetősen nagy, mintegy 700 km-es környezetében alkalmazhatjuk. Mindamellert a tropopauza környékén kapott hibák elég nagyok, azonban az adott módszer keretei között — az SCR súlyfüggvények elhelyezkedése miatt —, jelenleg nem látunk módot csökkentésükre.

3. Időben inadekvát statisztika alkalmazásakor már jelentősebb a műholdas hőmérsékleti profilok hibájának megnövekedése. Az átlagos hibanövekedés még így is az elfogadhatóság határán van, azonban végeredményben mégis időben megfelelő statisztika használata látszik célszerűnek, mert ebben az esetben a hiba növekedése a profil egyes részeire koncentrálódik.

IRODALOM

- Ellis, P. J., Holah, G., Houghton, J. T., Jones, T. S., Peckham, G. Peskett, G. D., Pick, D. R., Rodgers, C. D., Roscoe, H. K., Sandwell, R., Smith, S. D. és Williamson, E. J. 1973: Remote sounding of atmospheric temperature from satellites IV. The selective Chopper Radiometer for NIMBUS 5. *Proc. R. Soc. A* 334, 149–170.
- Golovko, V. A., Dosov, V. N., Zakatov, D. P., Pakhomov, L. A., Spänkuch, D., Örtel, D. és Jan, H. 1978: Measurement of outgoing IR radiation spectra from the „METEOR” Fourier-spectrometer and some results of measurement interpretation. *Preprint on XXI COSPAR Session*.
- Golovko, V. A., és Spänkuch, D. 1978: The determination of atmospheric temperature profiles from infrared measurements on board of METEOR — 25.
Remote sensing of the atmosphere: Inversion methods and applications Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 91–95.
- Houghton, J. T., és Smith, S. 1970: Remote sounding of atmospheric temperature from satellites I. Introduction. *Proc. R. Soc. A* 320, 23–33.
- Ledsham, W. H. és Staelin, D. 1978: An extended Kalman-Bucy filter for atmospheric temperature profile retrieval with a Passive Microwave Sounder. *J. of Appl. Met.* Vol. 17, No. 7, 1023–1033.
- McMillin, M. L., Wark, D. Q., Siomkajlo, M. L., Abel, P. G., Werboutzki, A., Lauritson, A. L., Pritchard, A. J., Crosby, S. D., Woolf, M. H., Luebbe, C. R., Weinreb, P., Fleming, E. H., Bittner, E. F. és Hayden, M. C. 1973: *Satellite Infrared Soundings from NOAA Spacecraft*. NOAA Technical Report NESS 65.
- Molnár, Gy. és Varga, M. 1978: A hőmérsékleti profil autokorrelációs mátrixai budapesti mérésekből. *Beszámoló az 1974-ben végzett tudományos kutatásokról*. OMSZ, Budapest.
- Molnár, Gy. 1977: Módszer a hőmérsékleti profil meghatározására műholdas sugárzásadatokból. *Időjárás*, 81, 5. 293–300.
- Molnár, Gy. 1979: Interpretation of NIMBUS 5 SCR's Data for Obtaining Atmospheric Vertical Temperature Profiles. *Quart. J. R. Met. Soc.* 105, 461–467.
- Rodgers, C. D., 1970: Remote Sounding of the Atmospheric Temperature Profile in the Presence of Cloud. *Quarterly J. R. Met. Soc.* 96, 654–666.
- Rodgers, C. D. 1976: Retrieval of Atmospheric Temperature and Composition From Remote Measurements of Thermal Radiation. *Reviews of Geophysics and Space Physics* 14, 609–624.
- Spänkuch, D., Tyimofjev, Ju. M. és Güldner, J. 1977: Comparison of Different Inversion Methods for the Determination of Vertical Temperature Profiles from Simulated Satellite Measurements in Narrow Spectral Intervals. *Zeitschrift für Meteorologie, Band 27, Heft 4*, 234–242.
- Strand, O. N. és Westwater, E. R. 1968: Statistical information content of radiation measurements used in indirect sensing. *J. Atmos. Sci.*, 25, 750.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 83. évf. 6. szám. 1979. november – december
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 83. No 6. Nov – Dec. 1979. Budapest

A csapadék napi hozamai szekuláris sorok alapján

HERENDI ISTVÁN, József Attila Tudományegyetem Kibernetikai Laboratóriuma, Szeged

Összefoglalás. A felszínre hulló csapadék intenzitásától függően többféle módon hasznosul. A vegetáció a nagyon kis mennyiségű csapadékot nem, vagy alig mérhetően értékesíti, aszályos időszakban a néhány milliméteres eső alig hasznosul. A nagy hozamú, intenzív csapadékhullás sem kedvező, mert a víz nagy része elfolyik, nem szívárog be a sokszor már túltelített felszíni rétegen át a gyökérzetig. Célunk az volt, hogy olyan közelítő módszereket dolgozzunk ki, amellyel az ország tetszőleges pontjára meghatározhatjuk adott napi összegnél nem nagyobb csapadékok összhozamát egy-egy adott időszakon belül, függetlenül attól, hogy azon a helyen ismerjük-e hosszú évekre menően a napi csapadékhozamokat vagy sem. E cél érdekében olyan közelítő számítási eljárást dolgoztunk ki, amely alkalmazásához mindössze a csapadék átlagos havi összegeinek ismeretére van szükség. Ot állomás adataira alapján végeztünk vizsgálatokat a kumulált napi hozamokra. Számításaink eredményeit táblázatokban foglaltuk össze. A táblázatok alkalmazását egy példában mutatjuk meg.

✱

The investigation of the daily amount of precipitation on the basis of time series. The usefulness of the falling precipitation on the surface is dependent on the intensity. The vegetation does not make use from little quantity of precipitation or the usefulness is hardly measurable. The use of a few millimetre rain in the drought season is hardly useful. Neither the high amount, intensive precipitation is unfavourable because of the greatest part of the water flows away and does not transude into the root system, being the overground layer already supersaturated. The aim of the investigation was to elaborate a method of continual approaches, from which in all corners of the country the amount of precipitation, not greater from a given good round sum, is determinable during a given time period quite apart from the fact that the daily amount of precipitation for a long period is well known on that place or not. On this purpose a method of continual approaches was elaborated of which employment only the knowledge of the sum of the avaraged monthly precipitation is necessary. On the basis of the data series of five observation station an investigation was carried out for the accumulated daily precipitation amount. The results of the calculation are summarized in tables. The application of the tables are illustrated by an example.

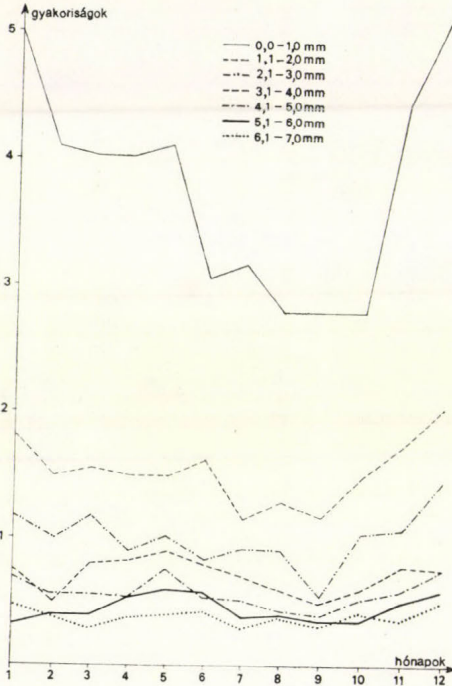
✱

A felszínre hulló csapadék az intenzitásától függően különböző mértékben hasznosul a növényzet számára. A kis hozamú esők jelentős részét a levelek felfogják és az onnan elpárologva nem kerül a talajba. Intenzív csapadékhullásnál viszont a felszíni talajréteg túltelítődése miatt a csapadékvíz nagy része elfolyik, és nem szívárog be a mélyebb gyökérzetig. Mindebből következik, hogy a növényzet csapadékelátottságának megítéléséhez a különböző intenzitású csapadékok hozamának vizsgálata is szükséges.

Célunk az, hogy az ország tetszőleges pontjára meghatározzuk egy-egy napi összegnél nem nagyobb csapadékok összhozamát egy adott időszakon belül, függetlenül attól, hogy az adott helyen ismerjük-e hosszú évekre menően a napi csapadékhozamokat vagy sem. E cél érdekében olyan közelítő szá-

mítási eljárást dolgoztunk ki, amelynek alkalmazásához mindössze a csapadék átlagos havi összegeinek ismeretére van szükség.

Vizsgálataink alapján 5 megfigyelőállomás (Magyaróvár, Keszthely, Budapest, Szeged, Eger) 1871–1970 közötti, naponta mért csapadékadatai képeztek.



1. ábra: Adott intervallumokba sorolható napi csapadékhozamok átlagos gyakorisága az év folyamán Budapest 1871–1970 közötti napi adatai alapján

Az összegmátrixok előállítás. Előzetes megfontolások és szakirodalmi utalások alapján a csapadékhozamok következő intervallumait választottuk: 0–10 mm között 1 mm-enként, 10–30 mm között 5 mm-enként, 30–70 mm között 10 mm-rel növeltük a lépésközt. A 70 mm fölötti értékeket a napi előfordulásuk alacsony gyakorisága miatt egy osztályba vontuk össze.

Jelentsé a ξ valószínűségi változó a csapadék napi hozamait egy adott mérőhelyen. Lehetséges értékeit jelöljük a következőképp:

$$x_{\text{ÉV, HÓNAP, NAP}}$$

Képezzük minden vizsgált állomásra a $T_{\text{ÁLL}}$ összegmátrixokat úgy, hogy minden

$$t_{i, j, \text{ÁLL}} \in T_{\text{ÁLL}} \quad (1)$$

esetén

$$t_{i, j, \text{ÁLL}} = t_{i, j, \text{ÁLL}} + x_{\text{ÉV, HÓNAP, NAP}}, \quad (2)$$

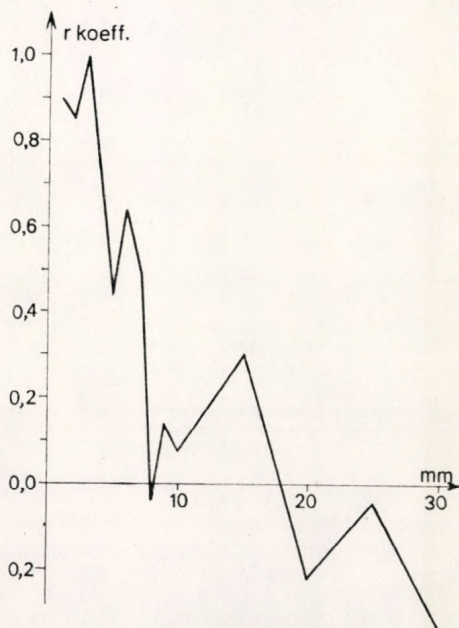
ha $j = \text{HÓNAP}$ és

$$\text{ALSÓ HATÁR}_i \leq x_{\text{ÉV, HÓNAP, NAP}} < \text{FELSŐ HATÁR}_i.$$

A $T_{\text{ÁLL}}$ mátrixokban az egyes hónapokra vonatkozó oszlopok mellett még 3 oszlopot képeztünk a téli és a nyári fél évre, valamint a teljes évre is.

A gyakorisági mátrixok előállítás. A napi hozamokat összegző $T_{\text{ÁLL}}$ táblázatok mellett a megfelelő gyakoriságok mátrixait is előállítottuk. A gyakorisági mátrixok közül néhányat grafikonon is ábrázoltunk. Budapest adataiból szerkesztettük az 1. ábrát.

A különböző hozamú csapadékok görbéi szerint a néhány milliméteres csapadékok gyakoriságai érzékenyen igazodnak az évszakokhoz, majd a



2. ábra: A 3 millimétert meg nem haladó napi hozamok havonkénti értékei és a T_{SZEGERD} mátrix sorai közötti korrelációs együtthatók Szeged adatai alapján

görbék futása kiegyenlítődik, s a csapadék évi menetéhez nagyon hasonló jellegűvé válik. Itt kell megemlíteni azt a mérés technikai problémát, hogy ahol a csapadékot csak naponta mérik, ott a ténylegesen felfogott mennyiség egy része a mérőedényből el is párologhat. Ez különösen a néhány milliméteres értékekre torzítva hat.

Kumulált hozamok összehasonlítása. Kiszámítottuk minden vizsgált állomásra a $T_{\text{ÁLL}}$ összegmátrixok soraira, tehát az egyes intervallumokban levő kumulált hozamokra vonatkozó $R_{\text{ÁLL}}$ korrelációs mátrixokat is. Természetesen a szomszédos vagy közeli intervallumokba tartozó értékek között erős korrelációs kapcsolatot tapasztaltunk, ami a csak néhány milliméteres különbségek alapján érthető is. Az osztályhatárok távolságának növelésével a korrelációs együtthatók viselkedése hirtelen megváltozik. A vizsgálatba bevont állomások $T_{\text{ÁLL}}$ mátrixaiból számított $R_{\text{ÁLL}}$ korrelációs mátrixok alapján úgy látszik, hogy ez a változás, ami az együtthatók nagyságára, sőt előjelére is vonatkozik, a csapadékhozam függvénye. Véleményünk szerint a koefficiensek részletesebb elemzésével, a fizikai és meteorológiai összefüggések alapos feltárásával lehetőség nyílna bizonyos csapadékkategóriák objektív kijelölésére, a kis-, közép- és nagycsapadékok fogalmának pontosítására (2. ábra).

A telítődési függvény alkalmazása. A $T_{\text{ÁLL}}$ összegmátrixok előállításával lehetőség nyílt arra, hogy az egyes időszakok (pl.: hónapok) kumulált csapadékhozamait valamilyen függvény által felvett értékeként értelmezzük.

I. TÁBLÁZAT

Az egyes intervallumokba jutó összegek az adott időszak összhozamának százalékában (páros számú sorok) és a kumulatív százalékok (páratlan számú sorok) Szeged adatsora alapján

mm	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
0,0 – 1,0	5,3 5,3	5,4 5,4	4,9 4,9	3,4 3,4	2,4 2,4	2,0 2,0	1,7 1,7	1,9 1,9	2,4 2,4	2,7 2,7	3,2 3,2	4,7 4,7
1,1 – 2,0	13,5 8,2	13,6 8,2	11,8 6,9	8,9 5,5	7,0 4,6	5,4 3,4	5,3 3,6	5,4 3,5	6,0 3,6	6,1 3,4	7,7 4,5	11,9 7,2
2,1 – 3,0	23,0 9,5	22,1 8,5	19,6 7,8	14,0 5,1	11,9 4,9	9,7 4,3	9,3 4,0	10,5 5,1	10,5 4,5	11,2 5,1	14,5 6,8	19,6 7,7
3,1 – 4,0	29,7 6,7	30,2 9,1	26,7 7,1	19,9 5,9	16,4 4,5	14,2 4,5	13,5 4,2	16,0 5,5	15,4 4,9	16,1 4,9	22,0 7,5	27,7 8,1
4,1 – 5,0	38,9 9,2	38,1 7,9	34,2 7,5	26,9 7,0	21,2 4,8	18,5 4,3	17,6 4,1	20,1 4,1	20,7 5,3	22,9 6,8	27,7 5,7	35,4 7,7
5,1 – 6,0	48,3 9,4	44,5 6,4	39,6 5,4	32,8 5,9	25,6 4,4	22,3 3,8	22,5 4,9	24,7 4,6	24,2 3,5	29,0 6,1	34,0 6,3	43,2 7,8
6,1 – 7,0	53,7 5,3	50,9 6,4	47,1 7,5	38,2 5,4	31,0 5,4	26,4 4,1	28,3 5,8	29,2 4,5	30,3 6,1	35,3 6,3	40,3 6,3	49,7 6,5
7,1 – 8,0	60,2 6,5	57,6 6,7	51,6 4,5	44,6 6,4	36,2 5,2	31,5 5,1	31,2 2,9	32,5 3,3	36,5 6,2	41,2 5,9	47,2 6,9	54,8 5,1
8,1 – 9,0	64,1 3,9	63,4 5,8	56,3 4,7	48,8 4,2	40,8 4,6	34,8 3,3	35,5 4,3	38,2 5,7	40,6 4,1	46,6 5,4	52,6 5,4	62,8 8,0
9,1 – 10,0	70,7 6,6	66,2 2,8	60,8 4,5	54,7 6,1	44,5 3,7	39,3 4,5	39,8 4,3	40,7 1,5	43,9 3,3	50,0 3,4	56,0 3,4	67,0 4,2
10,1 – 15,0	86,9 16,2	85,9 19,7	75,6 14,8	73,4 18,5	61,0 16,5	55,4 16,1	57,2 17,4	57,8 17,1	61,9 18,0	67,8 17,8	77,9 21,9	82,5 15,5
15,1 – 20,0	95,6 8,7	94,0 8,1	85,3 9,7	85,9 12,5	76,6 15,6	68,0 12,6	68,6 11,4	69,8 12,0	74,2 12,3	80,6 12,8	90,8 12,9	94,5 12,0
20,1 – 25,0	97,4 1,8	99,1 5,1	89,3 4,0	91,0 5,1	85,8 9,2	78,3 10,3	77,1 8,5	76,5 6,7	84,6 10,4	88,5 7,9	93,7 2,9	97,1 2,6
25,1 – 30,0	98,2 0,8	99,9 0,9	93,8 4,5	94,5 4,5	91,1 5,3	85,7 7,4	86,1 9,0	84,7 8,2	89,6 5,0	94,6 6,1	97,2 3,5	98,4 1,3
30,1 – 40,0	98,2 0,0	99,9 0,0	96,4 2,6	98,9 4,4	95,5 4,4	94,2 8,5	95,1 9,0	90,7 6,0	95,0 5,4	99,1 4,5	99,9 2,8	99,9 1,6
40,1 – 50,0	98,2 0,0	99,9 0,0	97,5 1,1	98,9 0,0	98,1 2,6	97,5 3,3	97,8 2,7	97,4 6,7	99,9 5,0	99,9 0,9	99,9 0,0	99,9 0,0
50,1 – 60,0	98,2 0,0	99,9 0,0	97,5 0,0	99,9 1,1	98,1 0,0	98,3 0,8	98,8 1,0	98,5 1,1	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 0,0
60,1 – 70,0	99,9 1,8	99,9 0,0	97,5 0,0	99,9 0,0	98,1 0,0	98,3 0,0	99,9 1,2	99,9 1,5	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 0,0
70,1 –	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 2,5	99,9 0,0	99,9 1,9	99,9 1,7	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 0,0	99,9 0,0

Ha H -val jelöljük az adott hónap összcsapadékát, akkor igaz az, hogy

$$H = a_1 \cdot q_1 + \dots + a_i \cdot q_i + \dots + a_n \cdot q_n, \quad (3)$$

ahol a_i jelöli az i -edik intervallumba jutó csapadékhozamot, q_i pedig az i -edik intervallumba jutó napi csapadékhozamok gyakoriságát az adott időszakon belül.

Egy h napi hozamnál nem nagyobb csapadékok összhozama tehát

$$g_h = \sum_{j=1}^h a_j q_j. \quad (4)$$

A gyakoriság az adott napi hozam függvénye, így

$$a \cdot q = a \cdot f(a) = F(a), \quad (5)$$

ahol az intervallumok szélessége a mérési pontosság határáig csökkenthető

Ezt az $y = F(a)$ függvényt a T_{ALL} mátrix oszlopaiban álló értékekre a Baule – Mitscherlich-féle telítődési függvényvel közelítettük. A függvény általános alakja

$$y = A \cdot (1 - e^{-z+cx}), \quad (6)$$

ahol A az adott időszak átlagos csapadékhozama, z és c pedig az adatsorból (a T_{ALL} mátrix aktuális oszlopából) számíthatók [3].

Az 5 állomás hónapjaira sorra kiszámoltuk a telítődési függvény z és c paramétereit. Ezeket az értékeket térképen is ábrázoltuk. A kevés számú mérési hely azonban egyelőre még nem teszi lehetővé a paraméterek területi rendszerének a felismerését. Ehhez szükség van több állomás csapadéksorának feldolgozására is.

A csapadékhozamok eloszlása. A telítődési függvény alkalmazása vezetett el az egyes időszakokhoz tartozó csapadékhozamok eloszlásának vizsgálatához.

Jelentse az η valószínűségi változó a h napi mennyiségnél nem nagyobb csapadékok összhozamát adott időszakon belül. A T_{ALL} mátrixok oszlopaiból megszerkesztettük az

$$F_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{\eta < x} 1 \quad (7)$$

empirikus eloszlásfüggvényeket. A függvénygörbék megrajzolása után táblázatba foglaltuk a 10; 25; 50; 75; 90%-os valószínűségekhez tartozó koordináta-párokat.

A felhasznált mérőhelyekhez hozzárendelt empirikus eloszlásfüggvények összehasonlításával arra a megállapításra jutottunk, hogy az azonos időszakokhoz (pl. hónapokhoz) tartozó görbék menete állomásonként csak nagyon keveset különbözik. Jelentős eltérés csak a különböző időszakok eloszlásfüggvényei között tapasztalható.

Az 5 csapadékmérő állomás általunk számított paramétereinek ilyen nagymértékű egyezése vetette fel a gondolatot, hogy lehet-e az eddig vizsgált állomások már kiszámított értékeiből az ország egész területére érvényes paramétersorokat adni.

A meglevő 5 paramétersorból (Eger, Budapest, Szeged, Magyaróvár, Keszthely) egy újabbat képeztünk a következő képlet alapján:

$$P^{(i)} = \frac{P_{BP}^{(i)} + P_{SZ}^{(i)} + P_E^{(i)} + P_K^{(i)} + P_M^{(i)}}{5}. \quad (8)$$

Az ezzel a paramétersorral előállított eloszlásfüggvények gyakorlati használatát illeszkedésvizsgálatnak kell megelőznie. Azt a hipotézist kell ellenőriznünk, hogy a módszerrel mint közvetett számítással előállított és a minta alapján ténylegesen meghatározott értékek valóban ugyanabból az eloszlásból származnak-e.

II. TÁBLÁZAT

Valószínűségek

Hónapok	10%	25%	50%	75%	90%
Január	0,047	0,097	0,200	0,343	0,523
Február	0,048	0,113	0,226	0,386	0,594
Március	0,046	0,103	0,202	0,357	0,574
Április	0,051	0,102	0,196	0,342	0,542
Május	0,042	0,092	0,183	0,336	0,500
Június	0,045	0,097	0,185	0,333	0,512
Július	0,056	0,115	0,236	0,426	0,654
Augusztus	0,059	0,120	0,243	0,429	0,687
Szeptember	0,061	0,133	0,259	0,482	0,642
Október	0,049	0,113	0,222	0,382	0,581
November	0,046	0,099	0,190	0,322	0,473
December	0,044	0,081	0,166	0,291	0,436

A vizsgálat alapját *Kolmogorov* egyik tétele képezi. Eszerint egy $F(x)$ eloszlásfüggvénnyel jellemezhető statisztikai sokaságból, egymástól független mintavétellel nyert n elemű minta empirikus eloszlásfüggvénye és a feltételezett eloszlásfüggvény közötti legnagyobb d_n különbség és a \sqrt{n} mennyiségek

$$z = d_n \cdot \sqrt{n} \quad (9)$$

szorzata olyan valószínűségi változó, mely nagy n esetén jó közelítéssel *Kolmogorov* eloszlást követ.

Az illeszkedésvizsgálat során meghatározzuk az eloszlásfüggvények közötti maximális eltérést, majd a *Kolmogorov* eloszlás standard táblázatából megkeressük a (9) képlettel az $L(z)$ értékét. Ebből a

$$p = 100 \cdot [1 - L(z)] \quad (10)$$

összefüggéssel megállapíthatjuk az illeszkedésre jellemző mértéket.

A $P^{(i)}$ paramétersorokat tartalmazó *II. táblázat* felhasználásával végzett ellenőrző számítások azt bizonyították, hogy az egyes állomások reprodukált adatsorai jó egyezést mutatnak az eredetivel. Természetesen kis területeken esetleg változékonyabbak lehetnek a vizsgált paraméterek. Ennek felderítése, elemzése az adatbázis bővítése után a későbbi munkánk célja lesz.

Alkalmazás. A számítási segédeszközként ajánlott *II. táblázat* alkalmazását a következő példában mutatjuk meg:

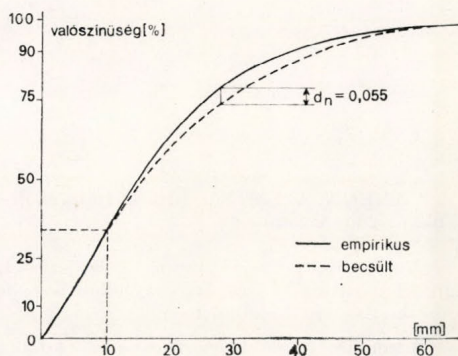
Ismerjük, hogy Pécs júliusi átlagos várható csapadéka 67 milliméter. Szeretnénk meghatározni a 10 mm-nél nem nagyobb csapadékok összhozamának arányát az adott hónapban belül.

A következő eljárást alkalmazzuk:

A július hónap átlagos várható csapadékát összeszorozzuk a *II. táblázat* július hónaphoz tartozó sorában álló értékekkel. A *II. táblázatban* szereplő, előre adott valószínűségekhez így az alábbi számpárokat rendeltük: 10% – 3,7 mm; 25% – 7,7 mm; 50% – 15,9 mm; 75% – 28,5 mm; 90% – 43,7 mm. A számpárokat koordináta-rendszerben ábrázolva – a megszerkesztett pontsorozat

interpolálásával — készült a 3. ábra. Erről az ábráról most már leolvasható, hogy az adott feltételek mellett a 10 mm-nél nem nagyobb napi csapadékok összhozamának várható aránya július hónapban 34%.

A számított és az eredeti adatsorból előállított eloszlásfüggvények alapján $d_n = 0,055$, s mivel $n = 100$, így $m = 10$, $z = 0,55$.



3. ábra : Pécs júliusi csapadékhözamainak empirikus és számított eloszlásfüggvényei

A Kolmogorov-eloszlás táblázatából a függő változó $L(z) = 0,077$, s így $p = 92,3\%$.

Számításokat végeztünk a független mintának tekintett Pécs adatsora segítségével más hónapokra is. Megállapítottuk, hogy az egyes hónapokhoz tartozó empirikus és számított eloszlásfüggvények illeszkedése a $p = 82\%$ és $p = 99\%$ valószínűségek között teljesült.

Ez azt jelenti, hogy a számítási módszer jól használható a különböző intenzitású napi hozamok arányának becslésére egy adott időszakban és tetőleges mérőhelyre.

IRODALOM

- [1] Bacsó Nándor : Bevezetés az agrometeorológiába. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1966.
- [2] Péczely György : Különböző intenzitású napi csapadékok összhozama Magyarországon. Időjárás, 1967. 71. évf. 4. szám 210–215. oldal
- [3] Sváb János : Biometria módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1973.
- [4] Szűgyártó Zoltán : Hidrológiai események valószínűségének becslése eloszlásfüggvények segítségével. Vízügyi Közlemények. 1966. 453–480. oldal

CANEVA, A. (szerk.): *Rivista Italiana di Geofisica*, Vol. V. (Bossolasco kötet), 1978–1979, Genova. 200 A₄ oldal.

Mario Bossolasco professzor 75. születésnapja adott alkalmat az Olasz Geofizikai és Meteorológiai Társaságnak arra, hogy a jelentős tudományos egyéniség életműve előtt reprezentatív kötet kiadásával hajoljon meg.

A kor, amelyben *Mario Bossolasco* tudományos pályafutása kezdődött, körülbelül az az időszak, amikor először került realitásként előtérbe a Föld globális folyamatainak átfogó vizsgálata. Nemzetközi programok nagyratörő tervei születtek a légkörben, a hidroszférában, s a Föld belsejében zajló folyamatok vizsgálatára. Így került sor a „Második Nemzetközi Poláris Év” elnevezésű tudományos programra az 1932–33 években, és ez adott először alkalmat a fiatal *Mario Bossolasco*-nak arra, hogy felhívja magára a geofizikus tudományos közösség figyelmét. 1936-ban megkapta a Messinai Egyetem geofizikai tanszékének katedróját. Itt oktatóként és kutatóként egyaránt nagy újtónak bizonyult, akinek az olasz geofizikusok következő generációi sokat köszönhettek. 1946 februárjában foglalta el a Genovai Egyetem professzori székét, ahol annak Geodéziai Intézetét és Meteorológiai Observatóriumát is vezette. Amellett, hogy a reábizott intézmények fejlesztésében is rendkívüli eredményeket ért el, különösen nagy tudomány-szervezői munkát vállalt magára az 1957–58 években rendezett Nemzetközi Geofizikai Év programjának végrehajtásában. Publikációinak száma meghaladja a kétszázat. Ő kezdeményezte 1939-ben a „*Geofisica pura e applicata*” c. folyóiratot és 1952-ben a „*Rivista Italiana di Geofisica e scienze affini*” c. lapot. Az ő kezdeményezésére született a kétévtenként megrendezésre kerülő Alpi Meteorológiai Kongresszusok sorozata. Arról sem feledkezhetünk meg, hogy *Mario Bossolasco* sok éven át volt az *Időjárás* szerkesztőbizottságának tagja.

Az ünnepi kötet 47 dolgozatot tartalmaz, amelyeknek kb. egyharmada érint különféle meteorológiai témákat. Ezek sorából kiemeljük a következőket:

Nestorov, G. T. (Szófia): Összefüggések a légkörben a téli sztratoszférikus felmelegedés idején, 1969. január – március időszakban. *Volker Fritsch* (Bécs): A villámkisülések becsapásának körzete. *Hayakawa, M.* – *Moriyama, S.* (Toyokawa, Aichi): A Whistler iránymérés hibája, amelyet a föld-ionoszféra hullámvezetőben történő többszörös terjedés okoz. *Kurt Bullrich* (Mainz): A légkör – kolloidális rendszer. *Roland List* (Torontó): A felhőfizika dilemmája. *Reinhold Reiter* (Garmisch-Partenkirchen): Az alsó troposzféra CO₂ egyensúlyára vonatkozó tanulmányok első eredménye, mint adalék a globális CO₂ problémához. *Fiscella, B.* – *Lombardini, PP* – *Salio, G.* – *Trivero, P.* (Torinó): A mikrohullámú rádióméter, mint a troposzférikus termikus inverziók mérőeszköze. *M. Cadez* (Belgrád): Anticiklonok, mint az atmoszférikus pertubációk eredete. *Lodovico La Valle* (Róma): Adalékok Közép-Itália klimatológiájához. *Reginald E. Nevell* – *Jane Hsiung* (Cambridge, Massachusetts): A tengerfelszín zonális középhőmérsékletének változásai. *Tito Montefinale* (Róma) – *Pietro Ferrari* (San Michele all'Adigo): A jégverés gyakoriságának és energiájának relatív eloszlása Trento tartományban 1974–1978-ban. *Claudio E. Rafanelli* – *Henry M. Papée* (Róma): A csapadék hosszútartamú relatív alakulása egy ipari város felett és a mellette levő Piedmont vidékén. *Azzio Caneva* (Genova): A csapadékokról, különös tekintettel a hóesésre, Roburentben. *A. Elena* – *G. Flocchini* – *C. Palau* – *V. Pasquale* (Genova): A napsugárzás éghajlati jelentősége. *Pietro Ferrari* – *Gianna L. Petriconi* – *Henry M. Papée* (Róma): A jégverés hatásának eloszlása két alpesi terület között.

A *Rivista Italiana di Geofisica* e speciális, *Mario Bossolasco* professzor 75. születésnapjára kiadott V. kötete mind tartalom, mind külalak szempontjából igen értékes, szép kiadvány, méltó az alkalomhoz, amelynek megünneplésére készült.

Czelnai Rudolf

Az ausztrál kutató által szerkesztett mű világosan tükrözi korunk tudományos könyvírásának dilemmáit. Ma már ugyanis egy-egy tudományág olyan szerteágazó és olyan mennyiségű publikációval rendelkezik, hogy egyetlen kutató ritkán vállalkozhat megfelelő részletességű (és szintű) kézikönyv megírására. Különösen igaz ez a megállapítás olyan hatalmas terület esetén, mint a környezet-kémia, amely, a szerkesztő szerint, a lég-, talaj- és vízzennyeződésen át magában foglal minden kémiai problémát a születésszabályozástól (a környezeti szennyeződés arányos az emberek számával) az energiafelhasználásig. Ilyenkor nem marad más megoldás, mint az, hogy az egyes fejezeteket más és más szakember készíti, ami a legtöbb esetben nem szolgálja a kiadvány egységességét. Könyvében *Bockris* is ezt az utat követi, hiszen huszonhárom fejezetét tizenkilenc szerző írta.

Az *Időjárás* olvasói számára legérdekesebb fejezetek a következők (a szerzők feltüntetésével):

7. A légszennyező anyagok keletkezése és ellenőrzése (*W. Strauss*);

8. Gáznemű szennyezőanyagok kölcsönhatása a felszínen levő anyagokkal (*D. J. Speding*);

9. Belső égésű motorok emissziójának ellenőrzése (*G. B. Baker*)

és főleg

10. A légköri szén-dioxid növekedés éghajlati következményei (*K. Sekihara*);

11. A légköri aeroszol keletkezése (*J. Bricard*).

A 10. fejezetben *Sekihara* jó áttekintést ad a széndioxid növekedésének klimatikus hatásairól. Ismerteti a modellszámítások történetét, valamint a különböző modellek fizikai elveit. Áttekinti a legújabb számítási eredményeket, amelyek szerint a CO₂ koncentrációjának megkétszereződése kb. 2–3 °C-os globális hőmérsékletnövekedést okoz a talaj közelében. Végül felvázolja a még megoldásra váró problémákat, különös tekintettel az ún. visszacsatolási mechanizmusok figyelembe vételére. Külön érdekessége a fejezetnek, hogy röviden az aeroszol részecskék éghajlati hatásaival is foglalkozik és az erre vonatkozó eredményeket a széndioxid koncentráció miatti változásokkal veti egybe.

A 11. fejezetben *Bricard* azokat a folyamatokat taglalja, amelyek a klíma alakításában szerepet játszó aeroszol részecskéket létrehozzák. A francia szerző a kérdés ismert szakértője. Kár, hogy a jól megírt szövegen erősen érződik, hogy a fordító nem volt tisztában a megfelelő angol szak kifejezésekkel. Így pl. az Aitken-féle magvak (helyesen „Aitken nuclei”) az „Aitken cores” fedőnevet viselik, sőt még az is előfordul, hogy „reaction” helyett a „reactive action” kifejezést olvashatjuk. Megemlítjük, hogy a troposzférikus és sztratoszférikus aeroszol részecskék tárgyalásakor *Bricard* két magyar munkára is hivatkozik.

A könyvet az energiakérdés környezetvédelmi aspektusaival foglalkozó fejezetek zárják. Ezek jelentős részét maga a szerkesztő készítette. Érdekes gondolata, hogy a hidrogént tekinti a jövő legfontosabb energiahordozójának, amelynek oxidálódása (vízzé való alakulása) jelentős energiefelhasználással jár. Ez az eljárás az energiatermelés környezetvédelmi problémáit is megoldaná.

Mészáros Ernő

METEOROLÓGUSOK VÁNDORGYŰLÉSE ZÓLYOMBAN

A Szlovák és Magyar Meteorológiai Társaság 6. közös vándorgyűlését 1979. augusztus 21 – 25 között Zólyomban tartotta meg. A pozsonyi Hidrometeorológiai Intézet és a zólyomi Erdészeti és Faipari Főiskola közreműködésével rendezett tudományos ülésorozaton erdészet-meteorológiai, bioklimatológiai, mikroklimatológiai kérdések és a városklíma kutatás témaköréből hangzottak el előadások.

Az augusztus 22-i megnyitó ünnepség szónokai *F. Samaj* igazgató, a szlovák Meteorológiai Társaság elnöke, *Béll Béla*, az MMT elnöke, *J. Porubjak* a főiskola dékánja, valamint *M. Polierka*, az ottani Járási Nemzeti Bizottság alelnöke voltak.

J. Porubjak professzor beszédében kiemelte,

hogy azért is örül annak, hogy ezt a témájú konferenciát éppen Zólyomban tartják, mert a főiskolának ez az egyik fő kutatási területe, az éghajlat tanítása pedig régi hagyomány a főiskolán. *M. Polierka* elvtárs, a Járási Nemzeti Bizottság alelnöke elmondta, hogy ezekben a napokban Zólyom városa a szlovák nemzeti felkelés 35. évfordulójára készül, s ez igen nagy ünnep számukra. 35 évvel korábban Zólyomban nem volt ipar, szegénység, nyomor, kivándorlás volt jellemző erre az országrészre. Ma a környéken jelentős iparfejlesztés, városépítés folyik, Zólyom városa élénk oktatási központ. *F. Samaj* igazgató a szlovák-magyar szakmai együttműködés kiváló példájaként említette, hogy a



A vándorgyűlés nyitó ünnepségének elnöksége. (Balról jobbra): *J. Porubjak* professzor, a zólyomi Erdészeti és Faipari Főiskola dékánja, *M. Polierka*, a Járási Nemzeti Bizottság alelnöke, *Czelnai Rudolf*, az OMSZ elnöke, *F. Samaj* igazgató, *Szabó Tibor* egyetemi hallgató

pozsonyi számítóközpontban magyar szakember van tapasztalatsere céljából, a budapesti ELTE Meteorológiai Tanszékén pedig szlovák hallgató tanul, és szlovák aspiránsok képzése van folyamatban.

A megnyitó ünnepség nyújtott kellő alkalmat arra is, hogy a Szlovák Meteorológiai Társaság tiszteleti tagságával tüntesse ki *Béll Bélát*, *Zách Alfrédet* és *Czelnai Rudolft*, valamint a Khonkoly-Thege emlékéremmel *Barát Józsefet*. *Czelnai Rudolf* köszönő szavai sorában hangsúlyozta, úgy érzi, hogy a kitüntetések nemcsak személy szerint a kitüntetetteknek, hanem a magyar meteorológusoknak is szólnak. Nemcsak a meteorológiai társaságok, hanem a két nemzet meteorológiai szolgálatai között is jó az együttműködés, különösen imponáló a kooperáció a radarmeteorológia és a rádiószondázás terén.

A tudományos előadások augusztus 22-én és 24-én a következők szerint hangzottak el: *Petrík M.*: Az erdészeti bioklimatológiai kutatás helyzete és következő feladatai Szlovákiában; *Papp L.*: Az erdészeti meteorológia eredményei Magyarországon; *Intribus, R.*: A csapadék mérlege a Csehszlovák Kárpátok különböző típusú erdőállományaiban; *Justyák J.*: Az erdők sugárzás-forgalma; *Otruba, J.*: A szél struktúrája a Nizke Tatry (Alacsony Tátra) hegygerincén és a déli heglábnál; *Matejka, F.*: Kiválasztott meteorológiai elemek vertikális profilja az erdőállományban; *Quitt, E.*: A határreteg és a földközeli lég-reteg térképes ábrázolása; *Szász G.*: Nyílt mikroklímák rendszerezése; *Zak, B.-Hrvol, J.*: Az orográfia hatása a földfelszíni energiamérleg elemeinek napi menetére; *Antal E.*: Víz-háztartás a mikrotérségben; *Kurpelová, M.*: A mérsékeltén tagolt területen végzett mikroklimatológiai mérések néhány eredménye; *Szilágyi T.*: A szélnek és a talajfelszín állapotának hatásai a homoki gazdálkodásra; *Munzar, J.*: A városok éghajlata és annak gyakorlati következményei; *Péczely Gy.*: A városklíma-kutatás időszerről problémái; *Tomlain, J.*: A bratislavai hősziget tanulmányozása; *Probáld F.*: A felszínközeli áramlási mező típusai Budapesten; *Petrovič, S.* – *Soltis, J.*: Intenzívebb csapadék szélviszonyai a bratislavai repülőtérén az év meleg hónapjaiban.

Augusztus 23-án a vándorgyűlés résztvevői tanulmányi kiránduláson a Chopok 2025 m magasságú csúcsán levő, radarral felszerelt meteorológiai obszervatóriumot tekintették meg, ahol a hagyományos észleléseken kívül háttérszenyvezettség is mérnek.

Augusztus 24-én a délelőtti előadásorozat befejezése után a vándorgyűlés *F. Samaj* igazgató és *Béll Béla* méltató szavaival ért véget. *Béll Béla* bejelentette, hogy 2 év múlva, 1981-ben a soronkövetkező vándorgyűlés Kecskeméten lesz, fagyvédelem, növényvédelem és agrometeorológia tárgykörben, s erre a résztvevőket már ott szeretettel meghívta.

Köszönet illeti a zólyomi vándorgyűlés megszervezésével fáradozó valamennyi szlovák kollégát, *J. Porubjak* professzort, az Erdészeti Főiskola dékánját, aki helyet adott a konferenciának, a város vezetőit, a pozsonyi hidrometeorológiai intézet igazgatóját *F. Samajt* és *S. Petrovic* kollégát, valamint tolmácsokat *Zsuzsa Kolarikóvát* és *Szabó Tibor* egyetemi hallgatót.

Lőrincz A.

*

AZ MTA METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGÁNAK ÜLÉSE

Az MTA meteorológiai tudományos bizottsága 1979. szeptember 13-án ülést tartott. *Mészáros Ernő* ügyvezető elnök kegyelettel emlékezett meg *Bodolai István* kandidátusról, aki a bizottságnak megalakulása (1965) óta tagja, 1970-től pedig titkára volt. A bizottság néma felállással adózott az elhunyt neves kutató, kiváló tudományos szervező és oktató emlékének. A bizottság ezután egyhangúlag javasolta a Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya elnökének, hogy az ügyvezető titkári teendőket ellátásával *Götz Gusztáv* kandidátust bízva meg.

A bizottság megtárgyalta a halogéneztett szénhidrogéneknek az ózonnyőre gyakorolt hatását. Megállapította, hogy a számított ózonszökkenés már többször változott, tehát a kérdés nem tekinthető lezártnak. Ennek oka elsősorban az, hogy nem ismerjük megfelelő mélységben a sztratoszférában végbe menő folyamatokat. Elvileg olyan reakciók is elképzelhetők, amelyek esetleg az ózon mennyiségének növeléséhez vezetnek. Igen tanulságos példát szolgáltat a szuperszonikus repülőgépek ügye. A hetvenes évek első felében úgy gondolták, hogy a gépek által kibocsátott nitrogén-oxidok csökkentik az ózon mennyiségét. Ma viszont már azt az elképzelést tartják valószínűbbnek, amely szerint kb. a 20 km-es szint alatt az említett vegyületek emissziója az ózon mennyiségének növekedésével jár. Ezért a jövőben a levegőkémikusoknak tovább kell tanulmányozniuk a sztratoszféra kémiáját, meteorológusoknak pedig modell-számításokat kell végezniük annak meghatározására, hogy adott ózonszökkenés milyen meteorológiai hatásokkal jár. A biológiai következmények pontosabb felmérése orvosok és biológusok feladata. Amennyiben a jelenleg elfogadott nézetek (20%-os ózonszökkenés) további bizonyítást nyernek, a bizottság véleménye szerint a különböző spray-ek forgalmazását Magyarországon is be kell tiltani, s hazai tudósainknak és politikusainknak is fel kell lépniük a különböző nemzetközi fórumokon a spray-ek gyártása és forgalmazása ellen.

Befejezésül a bizottság TMB- és folyó ügyeket tárgyalta.

Götz G.

AZ NDK METEOROLÓGIAI TÁRSASÁGÁNAK ÜNNEPI ÜLÉSE

Az NDK Meteorológiai Társaságának három szekciója (déli, középső és északi körzet) az egyes területek sajátos igényeihez alkalmazkodva saját tervei szerint tevékenykedik, általában hasonló célkitűzésekkel és programmal, mint a Magyar Meteorológiai Társaság három vidéki csoportja. Évenként néhány alkalommal azonban a Társaság az NDK fővárosában, Berlinben egéssznapos, teljes ülést tart.

Ilyen ünnepi, teljes ülésre került sor 1979. szeptember 7-én az NDK fennállásának 30. évében. *Mäde* professzor, az NDK Meteorológiai Társaságának elnöke megnyitó beszédében megemlékezett a Társaság megalapítása óta kifejtett 20 éves tevékenységről. A Társaság folyamatosan tájékoztatja tagjait a meteorológia fejlődéséről, a kutatás főbb eredményeiről, ápolja a baráti országok megfelelő meteorológiai szervezeteivel kialakított nemzetközi kapcsolatokat s tevékenysége szorosan összefonódik az NDK Meteorológiai Szolgálatának fejlődésével, a szervezett kutatással és az egyre bővülő nemzetközi kapcsolatokkal. Az immáron történelmi visszapillantás során az elnök elmondotta, hogy a világháborút követő újjáépítés a potsdami meteorológiai obszervatóriumból (*R. Süring* vezetése alatt) és a tartományi időjárás központokból indult el, majd a hazánkban is jól ismert *H. Philipps* professzor irányításával vezetett az NDK meteorológiai szolgálatának kiépítéséhez.

A potsdami obszervatórium hagyományos és nemzetközileg elismert sugárzás-kutatásaihoz az alkalmazott meteorológia mezőgazdasági, fenológiai, biometeorológiai és műszaki témái csatlakoztak, kiépült a társadalmi és népgazdasági igényeket kielégítő időjárás tanácsadó szolgálat, megkezdődött a klimatológiai adatgyűjtés és a korszerű számítástechnikai alapokon felépült adatfeldolgozás. A nemzetközi kapcsolatok kezdetben a szocialista országok igazgatói konferenciáinak keretére szorítkoztak. *Mäde* professzor elismeréssel emlékezett meg a Magyar Tudományos Akadémia szervezésében 1952 őszen Budapesten tartott nemzetközi ülésszakra, amelyen az NDK meteorológusainak tudományos és baráti kapcsolata a magyar szakemberekkel jelentősen elmélyült.

Az ENSZ-nek az NDK-val kapcsolatos diszkriminációs politikája miatt az NDK meteorológiai szolgálata a Meteorológiai Világszervezet (WMO) tagjává csak az állam szuverenitásának nemzetközi elismerését (1973) követően vált. Ezt megelőzőleg az NDK meteorológiai szervezetei jelentős és nemzetközileg is nagyra értékelt tevékenységet fejtettek ki többek között az *UGGI* meteorológiai

asszociációjában (*IAMAP*), különösen ennek sugárzási és ózon-bizottságában, 1959 óta az NDK meteorológusai résztvesznek a szovjet antarktisi expedíciókban, újabban az *INTERKOZMOSZ* keretében a nemzetközi űrkutatásban. Jelenleg az NDK Meteorológiai Szolgálata aktív résztvevője a *WMO* világprogramjainak (*WWW*, *GARP*, *Éghajlati Világprogram*). A szakemberek utánpótlását korszerű meteorológusképzés és utánpótlás biztosítja egyetemi, ill. szolgálati keretben.

A vázolt intenzív fejlődés során az NDK Meteorológiai Szolgálata és Meteorológiai Társasága szervesen együttműködtek s ez a jó együttműködés jellemzi a Társaság jelenét s bizonyosan jövőjét is.

Az elnöki megnyitó után *Mäde* professzor ünnepélyes keretek között átnyújtotta az NDK Meteorológiai Társaságának tiszteleti tagságáról szóló oklevelet *Sigmund Jahn* repülőezredesnek, az NDK első asztronautájának és *Béll Béla* akadémiai levelező tagnak, a Magyar Meteorológiai Társaság elnökének. Ezt követően a Társaság *Süring*-emlékérmének arany fokozatával tüntették ki *Kuprianov* leningrádi és *Hesse* lipcei professzort; *Richter* okleveles meteorológus pedig az emlékérem bronz fokozatát kapta.

Az ünnepi ülésszakot tudományos előadások követték, amelyek keretében *Jahn* ezredes meteorológiai problémákról és tapasztalatokról számolt be a kozmonauták szemszögéből, *Spänkuch* érdekes előadást tartott a légkör közvetett szondázásáról, *Béll Béla* pedig a Kárpát-medence háromdimenziós éghajlati sajátosságait ismertette, *Bernhardt* professzor a talajközeli légréteg jelenségeinek modellezését a talajközeli légréteg jelenségeinek modellezését mutatta be, *Merta* repülőezredes pedig a repülés meteorológiai tanácsadó szolgálatáról adott tájékoztatást.

Az ülés során *Béll Béla* akadémikus a Magyar Meteorológiai Társaság nevében üdvözölte az ünnepi ülés résztvevőit, megköszönte a személyét ért kitüntetést és kifejezte azt a meggyőződését, hogy a két ország szakembereinek baráti és tudományos kapcsolatai a jövőben is gyümölcsözők lesznek és egyre inkább elmélyülnek.

Béll B.

✕

LÉPP ILDIKÓ, A WMO MAGYAR SZAKTISZTVESELŐJE HAZATÉRT

Lépp Ildikó, aki közel négy évig a Meteorológiai Világszervezet Titkárságának WWW Globális Adatfeldolgozó Osztályán mint tudományos szaktisztviselő dolgozott, ez év augusztusában hazatért.

Feladata meglehetősen sokoldalú volt. Foglalkozott az új alapokra helyezett, nemzetközileg egységesített meteorológiai adatfeldolgozás koordinálásával, valamint továbbfejlesztés-

tésével, figyelembe véve a távközlési rendszer legújabb adattovábbítási lehetőségeit. Ezzel kapcsolatban részt vett az Adatfeldolgozási Kézikönyv szerkesztésében.

Másik fő feladata volt a különféle műholdas észlelések adatainak továbbításával, valamint a GARP első globális kísérlete (FGGE) során alkalmazott kódok kidolgozásával kapcsolatos nemzetközi együttműködés szervezése. Közreműködött az új SYNOP kód dokumentációjának előkészítésében is és felelőse volt a Kód Kézikönyv szerkesztésének.

Részt vett továbbá a Világszervezet hat regionális asszociációjának munkájában, üléseinek szakmai előkészítésében és szervezésében.

Lépp Ildikónak hazatérése után, a Központi Meteorológiai Intézet keretén belül egyik fő feladata a hazai éghajlati adatfeldolgozó rendszer továbbfejlesztésében való részvétel, különös tekintettel az Éghajlati Világprogram erre vonatkozó célkitűzéseire. Munkája, amelyet a WMO is elismeréssel fogadott, hasznos lesz szolgálatunk számára annál is inkább, mivel tevékenysége során kamatoztathatja a nemzetközi meteorológiai szolgálatban szerzett széleskörű tapasztalatát.

Ambrozy Pálné



AZ EURÓPAI GEOFIZIKAI TÁRSASÁG (EGS) HATODIK, BÉCSI TALÁLKOZÓJA

1979. szeptember 11–14. között az OMSZ is képviseltette magát az EGS e hatodik találkozóján. A Központi Légekörfizikai Intézet három munkatársa vett részt az üléseken, előadást is tartottak. A tizennégy, meglehetősen szerteágazó tematikájú szekció közül meteorológiai szempontból a következők számíthatnak érdeklődésre: 1. Geofizikai folyadékdinamika és meteorológia. 2. Hidrológia. 3. Nap—bolygó kapcsolatok. 4. Bolygóalakzatok evolúciója (pl. a Jupiter felhőrendszerének meteorológiai leírása).

Az 1. témában számos érdekes előadás hangzott el a dinamikus modellezésről, többek között *Charney*: „Rezonás instabilitás és többszörös egyensúlyok orografikusan gerjesztett baroklin hullám rendszerekben”, valamint *Williams*: „A kvázi geosztrofikus cirkuláció parametrikus változékonysága a Földön és a Jupiteren” című előadás. Figyelemreméltó előadások hangzottak el a légszennyeződés témakörében is. Ebben a szekcióban tartotta meg *Miskolczy Ferenc* a „Hőmérsékletszondázás a TIROS-N digitális adatai alapján” című előadását.

A 2. témában az agrometeorológusok számára rendkívül fontosnak tekinthető előadások hangzottak el, szinte minden dolgozatnak volt számottevő agrometeorológiai vonatkozása, s

emiatt különösen célszerűnek látszana, ha ebben a szekcióban szolgálatunk is képviseltetné magát.

A 3. témát főleg a felső légkör különböző paramétereinek geomágneses viharok hatására történő megváltozásairól szóló előadások „tűltengése” jellemezte: itt hangzott el *Molnár Gyula*: „A naptevékenység hosszantartó hiányának lehetséges klímamódosító hatásáról” című előadása is.

A bolygóalakzatok evolúciójával foglalkozó negyedik szekcióban különösen nagy érdeklődést váltottak ki a Voyager expedíció számítógépes animációival készült filmjei, valamint *Hunt* (Anglia) előadása, aki a Jupiter felhőrendszerének mozgását meteorológiai szempontból tárgyalta.

A geodéziai szekcióban hangzott el *László István*: „A kritikus inklináció” című előadása.

Végeredményben azt mondhatjuk, hogy a konferencia igen jól szervezett volt, s különösen jól szolgálta a határtudományok művelői közötti kommunikációt.

Molnár Gy.



MAGYAR KÖZREMŰKÖDÉS AZ FGGE OPERÁCIÓS KÖZPONT MUNKÁJÁBAN

Tíz esztendőn át tartó gondos előkészítő munka után 1978. december 1-én megkezdődött a Globális Légekörkutató Program (GARP) első globális kísérletének (FGGE) operatív éve (részletesebben lásd *Időjárás*, 82. pp. 276–298. 1978.). Az eddig példa nélkül álló személyi és technikai apparátust alkalmazó megfigyelési program irányítása, összetevőinek koordinálása, a tervek végrehajtásának menet közben történő állandó ellenőrzése és szükségessé váló korrigálása érdekében Genfben, a WMO Titkárságán *FGGE Operációs Központot* hoztak létre, amelynek vezetésével *James L. Rasmussent* bízták meg. A központ munkáját hat szaktisztviselő (meteorológus, oceanográfus, műszaki és számítástechnikai szakember) látta el. Hozzájuk csatlakozott a WMO GARP-ügyekkel foglalkozó hivatala vezetőjének a javaslatára az operatív év első napján *Götz Gusztáv*, a magyar meteorológiai intézet tud. fősztályvezetője. Küldetésének hat hónapja része volt annak a nemzeti hozzájárulásnak, amelyet a Magyar Népköztársaság ajánlott fel az FGGE megvalósításához.

Götz Gusztáv feladata két részből tevődött össze. Az egyik feladatkor az FGGE kormányközi testület által előírt, a globális időjárási kísérlet előrehaladásáról szóló helyzetjelentések: a globális távközlési rendszeren továbbított heti jelentések, a *GARP Newsletter* sorozatban publikált havi beszámolók

és a speciális megfigyelő rendszerek működéséről a WMO-kiadványokban közreadott összefoglalók szerkesztése volt. A másik feladatot a globális kísérlet két speciális megfigyelő rendszerének – az FGGGE sodródó bója rendszerének és trópusi aerosztát rendszernek – az üzemeltetésével összefüggő koordináció képezte. E munka során két ízben volt hivatalos úton Toulouse-ban, ahol a francia nemzeti űrkutatási központ (CNES) bázisán az *Argos* elnevezésű műholdas adatgyűjtő és helymeghatározó rendszer adatfeldolgozó központja működik. Ez a központ gyűjtötte össze, értékelte és továbbította a bójáról és úszó ballonokról származó adatokat.

Hathónapos küldetésének lejártá után *Götz Gusztáv* a Meteorológiai Világszervezet felkérésére konzultánsi minőségben még másfél hónapig (1979. július 15-ig) maradt az Operációs Központ kötelékében, hogy részt vegyen a második speciális megfigyelési periódust kísérő és azt követő irányítási és dokumentációs munkákban.

Lépp Ildikó

✱

ÖSZTÖNDÍJAS MAGYAR METEOROLÓGUS APÁNBAN

1979. április 14-én hazaérkezett Japánból kétéves ösztöndíjas tanulmányútjáról e sorok írója, a Központi Meteorológiai Intézet tudományos munkatársa. A tanulmányút célja – az ösztöndíj jellegének megfelelően – első sorban specializált postgraduális képzés volt.

Az első hat hónapot Osakában töltötte az Idegennyelvek Egyetemén, ahol mintegy 100, a világ különböző országaiból érkezett fiatalal együtt intenzív japán nyelvtanfolyamon vett részt. A fennmaradó másfél évet teljes egészében a Tokiói Egyetem Geofizikai Intézetének dinamikus meteorológiai tanszékén töltötte, s itt *K. Gambo* professzor vezetésével a mezőméretű légköri folyamatok numerikus modellezésével foglalkozott. A tanszéken az alapképzést nyújtó oktatáson kívül a fő tevékenység a meteorológiai jelenségek magas szintű elméleti tanulmányozása. Ez magában foglalja a különböző méretű folyamatok numerikus modellezését, a légkör legalsó és legfelső rétegeinek vizsgálatát, valamint bolygók (Venus, Mars) légköri folyamatainak dinamikai leírását is. A tanszéken folyó munka elméleti jellegű, gyakorlati feladatokkal egyáltalán nem foglalkoznak.

A tanszék néhány munkatársa, *T. Matsuno*, *H. Nakamura*, *T. Sawai* és *H. Kondo* irányításával a következő területek tanulmányozására került sor:

– a planetáris határréteg parametrizálása, különös tekintettel a turbulens átviteli folyamatokat jellemző hő- és momentumfluxus meghatározására;

– a turbulencia elméleti alapjai: lamináris

és turbulens áramlás, hidrodinamikai instabilitás, középértékekkel és korreláció függvényekkel történő leírás;

– turbulens modellek alkalmazása a planetáris határrétegre;

– termikus kényszerek hatására kialakult cirkuláció numerikus modellezése.

A fentiek eredményeként elkészült egy két-dimenziós, nem stacionárius, városi hősziget-cirkulációs dinamikai modell, amely adott kezdeti és peremfeltételek mellett leírja a hőmérsékleti – és áramlási mező napi változását Budapestre vonatkozóan.

A másfél év alatt bekapcsolódott a tanszéken folyó szervezett postgraduális oktatásba, előadásokat hallgatott, szemináriumokon és kutatási beszámolókon vett részt. Az oktatás célja alapjellegű, de alapos mély meteorológiai képzés.

Az egyetemen folytatott tanulmányokon kívül lehetőség nyílt néhány más intézet megtekintésére is. Több alkalommal járt a Japán Meteorológiai Szolgálat légszennyeződéssel foglalkozó részlegénél, ahol megismerkedett a légszennyeződés előrejelzésének módszerével, valamint a jelenleg folyó elméleti kutatások irányvonalával. Megtekintette a rendelkezésre álló mérőműszereket is. Részt vett egy kis repülőgéppel végrehajtott mérési programban is, amelynek célja a Tokió feletti légtér hőmérsékleti és áramlási viszonyainak meghatározása volt.

Felkereste a Japán Meteorológiai Szolgálat néhány obszervatóriumát is. Így pl. a Fukuokában levő új központot, ahol az intézet igazgatója, *K. Takeuchi* adott részletes tájékoztatást az ott folyó operatív tevékenységről.

Tokióban alkalom nyílt a legújabb technikai apparátus megtekintésére is. A XON-DAR (*Xonics Doppler Acoustic Remote*) szélérzékelő rendszer képes arra, hogy hanghullámok segítségével a légkör alsó rétegében a vertikális szélprofil helyhez rögzítve a földfelszínről pontosan mérje. A készülék inverziómagasság mérésére is alkalmas. A Meteorológiai Műhold Centrum is lenyűgözi a látogatót a magas színvonalú technikai berendezésével. Teljesen automatizált minden, számítógép ellenőrzi a műhold által készített képek vételét, valamint az adatok értékelését is.

Szakmai tanulmányai ideje alatt Tokióban, valamint Osakában is több ízben vett részt a japán művelődésügyi minisztérium által a külföldi ösztöndíjasok számára szervezett különböző baráti összejöveteleken, nemzeti kulturális programokon és kirándulásokon, amelyek lehetővé tették e távoli, érdekes ország mélyebb megismerését történelmi és kulturális téren is.

Iványi Zs.

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

Az IDŐJÁRÁS célja az elméleti és alkalmazott meteorológia tárgykörébe tartozó tanulmányok publikálása. A tanulmányok új kutatási eredményeket tartalmazó beszámolók, illetve adott szakterület időszéri kérdéseit összefoglaló kritikai szemleik lehetnek. A közlés nyelve: magyar vagy angol. A kettes sortávolsággal gépelt kéziratok két példányban küldendők be a következő címre: **Időjárás Szerkesztősége Budapest, Pf. 38. 1525**

A kéziratokat a szerkesztőbizottság lektorál-tatja. A lektor nevét a szerzővel nem közöljük. A kéziratnak a következő formai igényeket kell kielégítenie:

Címreész: Tartalmazza a tanulmány címét, a szerző(k) nevét, munkahelyét és ez utóbbi pontos címét.

Összefoglalás: Külön oldalakon, magyar és angol nyelven, tartalmazza a kutatás célját, módszerét és a kapott eredményeket.

Irodalmi hivatkozások: Szövegben a hivatkozás tartalmazza a szerző(k) nevét aláhúzva és a publikálás évét. Pl. egyetlen szerző esetén: *Róna* (1909), vagy ha a szerző neve a szövegbe nem illeszthető be: (*Róna*, 1909); két szerző esetén: *Gamow és Cleveland* (1973); több szerző esetén: *Bacsó et al.*, (1953). Ha adott szerzők ugyanazon évben publikált több cikkére hivatkozunk, akkor az évszámhoz *a*, *b* stb. betűket írunk. Az irodalom felsorolása a cikk végén a szerző(k) neve szerinti betűrendben történik. Folyóirat esetén: szerző(k) neve, évszám, a cikk címe, a folyóirat neve, kötetszám, kezdő és befejező oldalszám. Pl.: *Dési, F.*, 1955: A meteorológiai kutatás időszéri kérdései. *Időjárás* 59, 65—70. Könyv esetén: Szerző(k) neve, évszám, könyvcím, kiadó, megjelenés helye. Pl. *Junge, C. E.*, 1963: *Air chemistry and radioactivity*. Academic Press, New York and London.

Ábrák: A kézirat első példányához az ábrákat pausz- vagy mm-papíron, a másodikhoz az eredeti ábrák másolatát kell csatolni. Az ábrák aláírásait külön lapon kell mellékelni. Fényképek fekete-fehér színben, fényes, kontasztos minőségben nyújthatók be.

Táblázatok: A táblázatokat római számozással, szövegükkel együtt, külön lapon kell mellékelni.

Matematikai formulák és jelölések: A nem latin betűket és kézzel írott jeleket a margón ceruzával írt magyarázattal kell ellátni.

A szerzők megjelent tanulmányukért tiszteletdíjat és térítésmentesen 30 db különlenyomatot kapnak. Több különlenyomat a szerző költségére a kézirat elküldésével egyidejűleg rendelhető.

NOTES TO THE AUTHORS

The purpose of IDŐJÁRÁS is to publish papers in the field of theoretical and applied meteorology. These may be reports on new results of scientific investigations or critical review articles summarizing current problems in certain subject. Authors may be of any nationality but papers are published only in Hungarian or English. Two copies of the manuscripts, typed with double space, should be sent to the Editorial Office of *Időjárás*. Address: **Budapest, P. O. B. 38, H-1525, Hungary.**

Papers will be subjected to constructive criticism by unidentified literary advisers.

The manuscript should meet the following formal requirements:

Title: Should contain the title of the paper, the name(s) of the authors(s) with indication of the name and address of employment.

Abstract: Should contain the aim, method and conclusions of the scientific investigation on a separate page.

References: The Text citation should contain the name(s) of the author(s) underlined and the year of publication. In case of one author: *Róna* (1909), or if the name of the author cannot be fitted into the text: (*Róna*, 1909); in case of two authors: *Gamow and Cleveland* (1973); there are more than two authors: *Bacsó et al* (1953). When referring to several papers published in the same year by the same author, the year of publication should be followed by letters *a*, *b* etc. At the end of the paper the list of references should be arranged alphabetically. For an article: the name(s) of author(s), year, title of article, name of journal, volume number, pages. E. g. *Dési, F.* 1955: Current problems of meteorological research. *Időjárás* 59, 65—70. For a book: the name(s) of author(s), year, title of book, publisher, place of publication. E. g. *Junge, C. E.*, 1963: *Air chemistry and radioactivity*. Academic Press, New York and London.

Figures: Should be prepared entirely in black India ink upon transparent paper and be attached to the first copy of the manuscript; a copy of the original figures should be attached to the second manuscript copy. The legends of figures should be given on a separate sheet. Photographs of good quality may be provided in black and white.

Tables: Should be marked by Roman numbers and provided on separate sheets together with relevant captions.

Mathematical formulas and symbols: Non-Latin letters and hand-written marks should be explained by making marginal notes in pencil.

Authors are receiving 30 free reprints free of charge. Additional reprints may be ordered at the authors expense when submitting the manuscript.

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

A szerkesztésért felel: dr. Szepesiné Lőrincz Anna

Szerkesztőség: Budapest, Kitaibel Pál utca 1. 1024

Levélcím: Budapest, Pf. 38. 1525. Tel: 353-500

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

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató



Athenaeum Nyomda, 79.2080 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. Levélcím Budapest, Pf. 38. 1525. Megjelenik kéthavonként. Egyes szám ára: 30 Ft**

INDEX: 26 361

HU ISSN 0324—6329