

IDŐJÁRÁS

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

AMBRÓZY P. (Budapest), BAUR, F. (Bad Homburg), BERGERON, T. (Uppsala), BESSEMOULIN, M. J. (Paris), BODOLAI I. (Budapest), BOSSOLASCO, M. (Genova), BÖHME, W. (Potsdam), BUDYKO, M. I. (Leningrad), ČADEŽ, M. (Beograd), CZELNAI R. (Budapest), DAVITAJA, F. F. (Tbiliszi), DONEAUD, A. (București), GÖTZ G. (Budapest), HROMOV, SZ. P. (Moszkva), JAHO, S. (Tirana), KONČEK, M. (Bratislava), KOZÁK B. (Budapest), KRASZTANOV, L. (Szófia), LOGVINOV, K. (Kijev), MÄDE, A. (Halle/Saale), VAN MIEGHEM, J. (Bruxelles), NGUYEN-XIEN (Hanoi), OKOLOWICZ, W. (Warszawa), PASZYNSKI, J. (Warszawa), PÉCZELY GY. (Szeged) RÁKÓCZI F. (Budapest), STEINHAUSER, F. (Wien), STELCZER K. (Budapest), SZEPESI D. (Budapest), TAKEUCHI, K. (Tokyo), TUVDENDORZS D. (Ulan-Bator), VITEK, V. (Praha), WHITE, R. M. (Rockville).

ELNÖK:

DÉSI F. (BUDAPEST)

SZERKESZTŐ:

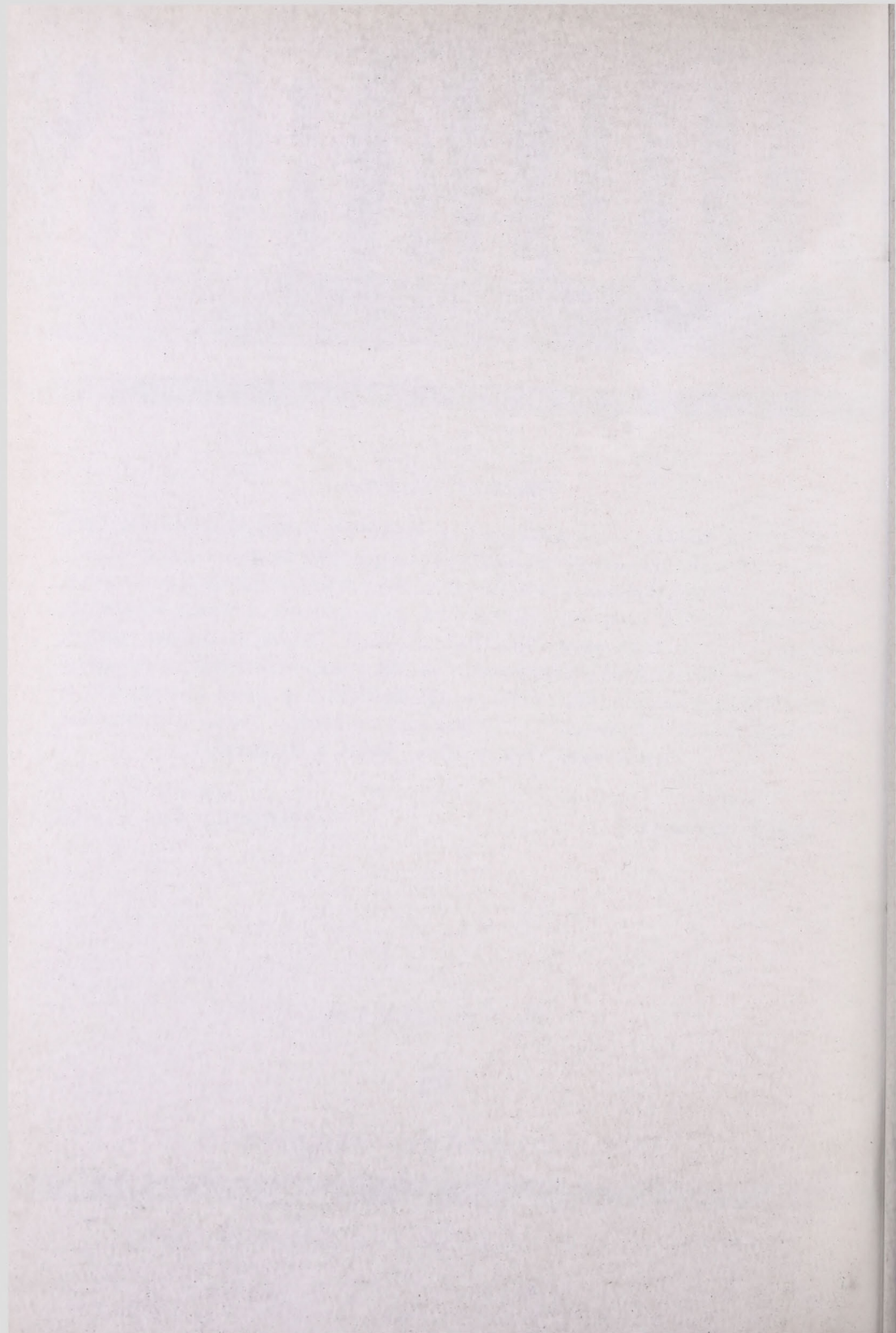
LŐRINCZ A. (BUDAPEST)

78. ÉVFOLYAM

6

1974. NOVEMBER—DECEMBER

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT BUDAPEST



IDŐJÁRÁS

78. ÉVFOLYAM

6

1974. NOVEMBER—DECEMBER

BUDAPEST

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

E SZÁM SZERZŐI

Dr. SZEPESI DEZSŐ kandidátus, a Központi Léggörfizikai Intézet tud. főosztályvezetője, *Budapest*; MÉSZÁROS ERNŐ a földtudományok doktora, a Központi Léggörfizikai Intézet igazgatóhelyettese, *Budapest*; SAS ÉVA a Központi Léggörfizikai Intézet tud. segédmunkatársa, *Budapest*; MÉSZÁROSNÉ NAGY ÁGNES, a Központi Léggörfizikai Intézet tud. főmunkatársa, *Budapest*; SZABÓNÉ PAPP ÉVA a Központi Előrejelző Intézet Éghajlati Tájékoztató Osztályának vezetője, *Budapest*; Dr. ENDRÓDI GABRIELLA a Központi Léggörfizikai Intézet tud. főmunkatársa, *Budapest*; SZABÓ ANDRÁS okl. vegyész mérnök, radiológus, Megyei Élelmiszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézet, *Győr*; BENDE EDE okl. vegyész mérnök, analitikus, Megyei Élelmiszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézet, *Győr*; Dr. OZORAI ZOLTÁN kandidátus, az Orsz. Meteorológiai Szolgálat tud. tanácsadója, *Budapest*; RÁKÓCZINÉ WÁGNER MAGDOLNA a Központi Meteorológiai Intézet tud. főmunkatársa, *Budapest*; BÉLL BÉLA a földtudományok doktora, c. egy. tanár, *Budapest*.

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

TARTALOM

Szepesi D.: A levegőkészlet-gazdálkodás tényezői és fogalomköre	325
Mészáros E. — Sas É. — Mészáros Á.: Felhőcseppek kondenzációs növekedése ammónium-szulfát magvakon	333
Papp É.: Szélesebesség-óraátlagok eloszlásának sajátosságai	342
Endrődi G.: Időjárási és növényfenológiai tényezők hatása az evapotranspirációra ..	348
Szabó A. — Bende E.: A növények radióaktív szennyezettsége és a csapadékmennyiség közötti összefüggés	356
Ozori Z.: Operatív transzformációs képletek a térképvetületeknek objektív diagnosztikai és prognosztikai felhasználásához	360
Wágner M.: A relatív nedvesség gyakoriságai eloszlása Magyarországon (orosz nyelven)	364
Béll B.: Kopernikusz hatása a földtudományokra	369
Irodalom	
Morel, P. (szerk.): Dinamikus meteorológia (Práger Tamás)	373
Krónika	
Igazgatói konferencia Pozsonyban (Mezősi M.) — Prof. Dr. Ju. A. Izrael' a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának élén (Czelnai R.) — Az RA-VI. ülés Bukarestben (Mezősi M.) — Kleszky István nyugalomba vonult (Pataki M.) — Karszt és klíma konferencia (Kéri M.) — Együttműködési egyezmények (Antal E.) — Nemzetközi lélegelektromossági konferencia (Ambrózy P.) — Hidro- és agrometeorológiai tanulmányút Leningrádban (Dávid A.) — A METEOR-18 APT-hold fellövése (Tánczer T.) — Tanulmányút a csapadék hosszú sorainak analízise témakörben (Koflanovits E.) — Meteorológiai tevékenység gazdasági hatékonyságának felmérése Tanzániában (Lőrincz A.) — Megalakult a Magyar Meteorológiai Társaság pécsi csoportja (Kéri M.) — A GARP atlanti trópusi kísérletei (Götz G.) — A Magyar Meteorológiai Társaság hírei (Szakály J.) — Újabb adalékok a gömbvillám korszerű elméletéhez (Aujeszky L.)	376

IDŐJÁRÁS

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

CONTENTS — INHALT — SOMMAIRE — СОДЕРЖАНИЕ

Szepesi, D.: Factors and Concept of Air Researces Management	325
Mészáros, E. — Sas, É. — Mészáros Á.: Growth of Cloud Elements on Ammonium Sulphate Nuclei Due to Condensation	333
Papp, É.: Characteristics of Frequency Distribution of Hourly Mean Wind Velocities	342
Endrődi, G.: The Role of Climatic and Phyto-Physiological Factors in Evapo-transpiration	348
Szabó, A. — Bende, E.: Connection between the Radioactive Filthyness of the Plants and the Amount of Precipitation	356
Ozorai, Z.: Operative Formulas for the Transformations of the Map-projections Used in Objective Diagnostic and Prognostic Methods	360
Wágner, M.: Распределение повторяемости относительной влажности воздуха в Венгрии (По-русски)	364
Béll. B.: Der Einfluss von Kopernikus auf die Erdwissenschaften	369
Literature	
Morel, P. (red.): Dynamic Meteorology (Tamás Práger)	373
Chronicle	376

A levegőkészlet-gazdálkodás tényezői és fogalomköre

SZEPESI DEZSŐ, Központi Légekfizikai Intézet, Budapest

Factors and Concept of Air Resource Management. In the process of air pollution three basically different stages can be distinguished, these are: emission, transmission and immission. Transmission is dealt with by the branches of meteorology. As far as its spatial dimension is concerned in air pollution five categories can be established as follows: local, urban, regional, continental and global. The physical factors determining air resources have to be defined for each category separately. The above physical factors are: the rate of air transport, the scale and total emission of pollution sources, the depth of the mixing layer, the values of background pollution and air quality norm.

*

Факторы и понятие хозяйства запасами воздуха. Процесс загрязнения воздуха распределяется на три существенно различающихся между собой этапа: на эмиссию, трансмиссию и иммиссию. Трансмиссия изучается различными отраслями метеорологии. По пространственному распространению процесс загрязнения воздуха подразделяется на пять категорий: на локальную, городскую, региональную, континентальную и глобальную. Физические факторы, обуславливающие запасы воздуха, необходимо определять по категориям. Такими факторами являются: степень передачи воздуха, распространение источника загрязнения, мощность слоя перемешивания, фоновая концентрация и величина нормы качества воздуха.

*

A meteorológusok a levegőtisztaság-védelmi szervezeteknek az egyes országokban már több éve, illetve évtizede hasznos segítséget nyújtanak. Elérkezettnek látszik az idő, hogy a szennyeződési vizsgálatok eddig alkalmazott 3 skáláján (lokális, regionális és globális) folytatott tevékenységüket a fölmerült igényeknek megfelelően tovább bővítsék (városi és kontinentális) és a különböző szennyező folyamatok általános vonásait felismerve definiálják őket, a folyamatok előforduló határértékeit megállapítsák, más szóval a levegőkészlet-gazdálkodás fogalomkörét a jelenlegi ismeretek alapján egységes koncepcióban foglalják össze.

A légszennyező folyamatok három jól elkülöníthető szakasza az emisszió, a transzmisszió és az immisszió. Valamely forrásból az időegység alatt a környezeti levegőbe bocsátott légszennyező anyagot nevezzük *emisszió*nak. A *transzmisszió* a kibocsátott szennyezőanyagok elszállítódását, hígulását, fizikai és kémiai átalakulását, légkörből való kikerülését foglalja magába. *Immisszió*n a felhígult és átalakult emisszió talajközeli koncentrációját értjük.

A műszaki tudományok az emisszió csökkentésével foglalkoznak, melynek főbb eszközei a leválasztás, a tüzeléstechnika megjavítása, illetve az energia-hordozó csere. A transzmisszióval a földtudományok körébe tartozó meteorológia tudományágai: a dinamikus meteorológia, diffúzió-klimatológia, a levegőkémia és a szinoptika foglalkoznak. Elméleti eredményeiket és éghajlattani szintézisét a gyakorlat számára a levegőminőség-tervezés módszertana foglalja

magába. Az immisszióknak az élőlényekre gyakorolt hatását a biológiai tudományok vizsgálják és eredményeik alapján levegőminőségi normákat állapítanak meg.

Levegőminőségen a környezeti levegő szennyezettségének fokát értjük, amelyet általában mg/m^3 egységben fejezünk ki, és megengedhető levegőminőségi küszöbértékek vonatkozásában értékelünk. Az immisszió az emisszió és a transzmisszió tényezőitől függ. A légszennyezés e három szakasza között fennálló kvantitatív kapcsolatot kell meghatározni ahhoz, hogy a légkörbe juttatott szennyezőanyagok talajközeli koncentrációját kiszámíthassuk, illetve előrejelezhessük, vagy megfordítva, a légkörbe bocsátható emisszió mennyiségét állapíthassuk meg.

1. A levegőkészlet-gazdálkodás tényezői

A természetes tiszta levegőkészlettel való ésszerű gazdálkodáshoz az emisszió, a transzmisszió és az immisszió tényezőinek részletes ismerete szükséges. Akár az emissziókataszter, akár a transzmisszió, vagy az immisszió mező tér- és időbeli analiziséről van szó, mindig az illető szennyezőfolyamat méretével összhangban levő, megfelelő finomságú vizsgálati módszert kell alkalmazni.

1.1 Az emisszió tényezői

A különböző méretű szennyező folyamatok emissziós viszonyait a forrás jellegével, a szélirányra merőleges horizontális kiterjedésével és az összmisszió mértékével jellemezzük.

Jelen vizsgálat célkitűzései szempontjából három forrástípus megkülönböztetése indokolt (Szepesi 1973):

Pontforrásnak tekintendők azok a szennyezőanyag-kibocsátók, amelyek emisszióit a környező épületek által keltett mechanikus turbulencia nem befolyásolja és ennek következtében a légkör természetes hígító képessége az év nagy részében optimális mértékben tud érvényesülni. A fenti követelménynek általában erőművek, fűtőerőművek, ipartelepek magas kéményei tesznek eleget.

Területi forrásnak nevezzük az alacsony kéményeken, kürtőkön, általában a környező épületek tetőszintje közelében kibocsátó szennyező objektumokat. A területi forrásból származó emissziók a környező épületek által keltett mechanikus turbulencia hatására, kibocsátásukat követően átkeverednek. Területi forrásnak tekintendők továbbá üzemek, ipartelepek, lakóterületek és városnegyedek is, ha légszennyező forrásaik (szellőzőnyílások, kürtők, alacsony kémények, szennyező felületek) száma túl nagy ahhoz, hogy egyenként vehetnénk figyelembe őket.

Nagyobb méretű szennyező folyamatok vizsgálatához szükség van a korábban alkalmazott pont- és területi forrástípusok kiegészítésére. Regionális, kontinentális és globális szennyező folyamatok tárgyalása csak az összetett magas forrás fogalmának bevezetésével lehetséges.

Összetett magas forrásnak nevezzük regionális, kontinentális és globális szennyeződési folyamatok általánosított forrástípusát. A j -edik rendű összetett magas forrás horizontális méretét az öt alkotó $(j-1)$ -edik rendű szennyező források által lefedett terület áramlás irányára merőleges Δy^j kiterjedése adja meg. A j -edik rendű összetett magas forrás H^j magasságát a $(j-1)$ -edik rendű szennyező forrásokra jellemző Δz keveredési rétegvastagság átlagos értékével vesszük egyenlőnek.

Megállapodás szerint a különböző méretű szennyezési folyamatok a következő j indexeket kapják: lokális 1, városi 2, regionális 3, kontinentális 4 és globális 5.

A különböző méretű szennyező folyamatok egységes értelmezhetősége céljából az $E^j(t)$ általánosított összemisszió fogalmának bevezetése is szükségessé válik. Általánosított összemisszióknak nevezzük egy j -edik rendű szennyező folyamat rendelkezésére álló légtérbe a $(j-1)$ -edik rendű forrásokból kibocsátott és a j -edik folyamat határán időegység alatt átszállított, még át nem alakult szennyező anyag össz mennyiségét.

A fentiek alapján az $E^j(t)$ [gr/sec] általánosított összemissziót a következő kifejezéssel adjuk meg:

$$E^j(t) = \sum_{i=1}^n E_i^{j-1}(t_0) F_i(R, S, \chi) \Delta t_i$$

ahol

$E_i^{j-1}(t_0)$ a $(j-1)$ -edik rendű szennyezőfolyamat i -edik szennyező forrásának emissziója a kibocsátás (t_0) pillanatában gr/sec-ban ($E_i^?$ -val a lokális forrást alkotó i -edik emissziót jelöljük),

$F_i(R, S, \chi)$ adott szennyező anyag légkörben történő átalakulásának, illetve légkörből való kikerülésének mértéke időegységre eső százalékban (tovább részletezve a következő fejezetben), és

$\Delta t_i = t_i - t_0$ a $(j-1)$ -edik forrásból származó szennyező anyagnak a j -edik rendű folyamat határához való elszállítódási időtartama sec-ban.

Az emisszió tényezőiről a fentiekben elmondottakat a következőképpen foglalhatjuk össze:

A különböző méretű szennyezési folyamatok összemissziói egymással kumulatív kapcsolatban vannak. A globális összemisszió a földrészek emisszióinak összege, amelyek viszont regionális emissziókból tevődnek össze. A regionális emissziót városi, ezt pedig lokális szennyező komponensek alkotják. Olyan szennyező anyagoknál, amelyek tartózkodási ideje viszonylag rövid, az említett kumulatív kapcsolat csak az F_i kiegészítő tag figyelembevételére esetén érvényes. Az egyes mérettartományokban fellépő kibocsátások átlagos emisszió-sűrűsége lényegesen eltér, az emisszió-sűrűség a lokális skálán maximális, globális léptékben minimális.

1.2 A transzmisszió tényezői

A légszennyezőanyagok elszállítását hígulását, fizikai és kémiai átalakulását és a légkörből való kikerülését magába foglaló transzmissziót a levegőátvitel mértékével, a keveredési réteg vastagságával, a turbulencia okával és jellegével, valamint a szennyező anyag légkörből való kikerülésének okával és mértékével írjuk le.

A légszennyeződési folyamatok szempontjából fontos légrétegek főbb meteorológiai jellegzetességeit az *I. táblázatban* foglaljuk össze.

Eszerint a talajközeli néhány 10, illetve 100 m vastagságú rétegben a légáramlás hipogeosztrófikus, a szélesebbség a magassággal erősen nő, a szélirány az északi féltéken jobbra fordul. A kibocsátott szennyező anyag hígulását a domborzat, a topográfia és a felszíni érdesség hatására keletkező mikro-turbulencia és a talaj felé egyre jelentősebbé váló hőmérsékleti gradiens határozza meg.

A talaj fölötti 2—3000 m vastag légrétegben a hígulási folyamatokat az orografikus hatások által keltett mezoturbulencia és anticiklonokban keletkező zugorodási inverziók jellemzik. Mivel a réteg határán túl a konvektív folyamatok nem terjednek, fölötté ugrásszerűen tisztább a troposzféra.

I. TÁBLÁZAT
Különböző légrétegek meteorológiai jellemzői

Magasság	Szférák	Légrétegek elnevezése	Meteorológiai jellegzetesség			
			áramlás	szélesség	stabilitás	turbulencia
	Szférák	Alsó sztratoszféra	geosztrófikus	fölfelé csökkenő	inverziók	globális vagy hemiszférikus méretű polárcentrikus turbulencia
-11 10		Felső troposzféra, nullaréteg, vagy tropopauza tartomány	hipergeosztrófikus /gradiens, eltérítő és geosztrófikus erők hatására/	maximum	normális	
9 8		Közép troposzféra	geosztrófikus /gradiens és eltérítő erők hatására/	fölfelé növekvő	közel neutrális	
7 6						
5 4 3	Troposzféra	pepopauza			gyengén sta- billis /anti- ciklonokban nagy zugo- rodási inverziók/	mezoturbulencia /orografikus örvények/ inverziók/
2		konvekciós réteg				
1		felső planetáris határréteg	hipogeosztrófikus /gradiens, eltérítő és surlódási erők hatására/	fölfelé gyors erősödés és jobbra fordulás	hőmérsékleti rétegződés napi és évi változása a talaj felé egyre intenzívebb	
100 10 1 0,1	Alsó troposzféra vagy alap réteg	Planetáris határréteg vagy surlódási réteg				
		Alsó planetáris határréteg				
		felszíni turbulens réteg				
		lamináris hártya				

Az alsó 3—7 ezer méter vastag légréteget geosztrófikus áramlási viszonyok és makroturbulencia jellemzik, melyet az általános cirkuláció mérsékelt övi hullámai és örvényei okoznak. Ebben a légrétegben uralkodó vezető áramlás hatására a kontinens jellegzetes szennyező anyagai benyomulnak az óceáni területek nyugati zónáiba, a kontinensek nyugati területei fölé viszont óceáni eredetű aeroszok szállódnak. A kibocsátott szennyező anyagokat főként a ciklonális felsiklás továbbítja ebbe a rétegbe.

Az alsó 7—16 ezer méter vastag légréteget hipergeosztrófikus, ill. geosztrófikus légáramlás és hemiszférikus méretű, polárcentrikus turbulencia jellemzik. Itt megy végbe a futóáramlás és a tropopauza szakadási felületein az alsó és a felső légkör között a teresztrikus és az extrateresztrikus eredetű anyagok cseréje.

A légkörbe bocsátott szennyező anyagok a környezeti tényezők (napsugárzás intenzitása, légnedvesség, léghőmérséklet, egyéb szennyező gázok és aeroszolok) hatására fizikai, illetve kémiai változáson mennek át és kimosódás, szorpció és ülepedés hatására kikerülnek a légkörből. A fenti tényezők hatására légkörben tartózkodásuk időtartama igen eltérő lehet.

Adott szennyező anyag légkörben való átalakulásának, illetve légkörből történő kikerülésének időegységre eső mértékét az $F_i(R, S, \chi)$ tényező fejezi ki, ahol R a napsugárzás intenzitását, S a felhő, köd, vagy esőcseppre, növényre, talajra történő szorpció mértékét, χ az egyidejűleg jelenlevő más szennyezőanyag koncentrációját jelenti.

A különböző méretű szennyező folyamatok jellemzésére a kénvegyületek térbeli eloszlását használjuk, mivel a légkör nyomanyagai közül ezek tekinthetők a szennyezett levegő legáltalánosabban előforduló alkotórészének (Junge 1963).

1.3 Az immisszió tényezői

A szennyező folyamatok immissziós viszonyait a maximális szennyezőhatás (maximális immisszió), az alapterhelés és a levegőminőségi norma értékeivel jellemezhetjük.

Célunk elsősorban egy forrás vagy szennyezőfolyamat maximális szennyező hatásának vizsgálata, mely általában bizonyos időjárási feltételek esetén lép föl. A forrás szennyezőhatása a környezetben levő magasabb rendű szennyező folyamatból származó ún. háttér-szennyezettségre szuperponálódik. A háttér-szennyezettség azon értékét, mely olyan időjárási helyzetekben lép föl, amikor a vizsgált forrás maximális szennyezőhatást fejt ki, megkülönböztetésül alapterhelésnek nevezzük és a következőképpen definiáljuk:

Alapterhelésen értjük valamely $(j-1)$ -edik szennyező forrás vagy szennyező folyamat környezetében a nálánál magasabb rendű (j) -edik szennyező folyamatból származó \bar{I}_a átlagos koncentrációt, olyan időjárási helyzetek immisszióiból mérve vagy számítva, amely helyzetekben a vizsgált szennyező forrás maximális szennyező hatását fejt ki.

A szennyező forrás környezetében ekkor fennálló maximális immisszió (\bar{I}_{max}) az alapterhelés és a forrás által okozott átlagos maximális koncentráció ($\bar{I}_{v max}$) összege:

$$\bar{I}_{max} = \bar{I}_a + \bar{I}_{v max}$$

Az alapterhelés a lokális szennyeződésnél a városi, a városi szennyeződésnél a regionális, a regionális szennyeződésnél a kontinentális, és kontinentális szennyeződésnél a globális méretű környezet szennyezettségéből származik.

Hasonlóan a lokális és városi szennyező folyamatok számára a lakosság közegészsége szempontjából megállapított levegőminőségi normákhoz, levegőminőségi határértékek értelmezhetők a szennyezés regionális, kontinentális és globális vonatkozásában is. A levegőminőségi megengedhető értékei a lokálistól a globálisig terjedő szennyező folyamatoknál jelentős mértékben csökkennek.

2. Szennyezési folyamatok

A légszennyezésnek – a térbeli kiterjedést tekintve – öt, egymástól eltérő méretű folyamata különböztethető meg. Ezek a lokális, a városi, a regionális, a kontinentális és a globális méretű folyamatok. Az egyes szennyező folyamatok emissziós, transzmissziós és immissziós tényezőinek jellemző értékét a II. táblázatban foglaltuk össze.

Lokális szennyezésről beszélünk, ha a maximálisan 200 m horizontális kiterjedésű pont vagy összefüggő területi forrásból kibocsátott összemissziót 1000 m-nél nem vastagabb keveredési rétegben függőleges irányban a napi fölmelegedés, vízszintesen pedig a felszíntől 1 km-ig kb. 2 m/s-ról 8 m/s-ra növekvő átlagos sebességű légáramlás szállítja és mikroméretű turbulencia szórja szét.

II. TÁBLÁZAT

Légszennyeződési folyamatok emissziós, transzmissziós és immissziós tényezői

Szennyeződés jellemzői	Légszennyeződési folyamatok				
	Lokális j=1	Városi j=2	Regionális j=3	Kontinentális j=4	Globális j=5
Forrás jellege	pont		forrás		-
	területi forrás			összetett magas forrás	
	-	-	-		
Horizontális kiterjedése Δy	<200 m	500 m-40 km	10 km-400 km	500 km-5000 km	>10 000 km
Összemisszió mértéke E^j [gr/sec]	E^1	$E^2 = \sum E_{i1}^1 \Delta t_1$	$E^3 = \sum E_{i1}^3 \Delta t_1$	$E^4 = \sum E_{i1}^4 \Delta t_1$	$E^5 = \sum E_{i1}^5 \Delta t_1$
Levegőtvitel sebessége \bar{u} [m/sec]	2-8	2-10	5-10	10-15	>15
Keveredési réteg átlagos vastagsága /talajtól/ Δz [m]	500 /10-1000/	700 /30-1500/	1500 /100-3000/	4000 /3000-7000/	10 000 /7000-16 000/
Turbulencia jellege /és oka/	mikro /felszín érdessége/	mezo és orografikus /hegységek/	mezo és orografikus /hegyláncok/	makro /kontinens és óceán kölcsön hatása/	hemiszférikus /poláris és ekv./ akciócentrumok/
Szennyezőanyag légkörből való kikerülésének oka	fizikai és kémiai átalakulások				
	szorpció és ülepedés			-	-
	kimosódás				
Forrás maximális szennyező hatása $\bar{I}_{v \max}^{SO_2}$ [mg/m ³]	0-5,0	0-3,0	0-0,5	0-0,05	0-0,01
SO ₂ alapterhelés \bar{I}_a^2 [mg/m ³]	$\bar{I}_a^2 = 0,05-1,0$	$\bar{I}_a^3 = 0,01-0,2$	$\bar{I}_a^4 = 0,001-0,05$	$\bar{I}_a^5 = 0,001-0,01$	-
Levegőminőségi norma $\bar{I}_{n \max}^{SO_2}$ [mg/m ³]	1,0	0,15-0,50	0,05	csapadék káros savassága	légkör homályossága, ill. CO ₂ felhalmozódása

A szennyezőanyag légkörből való kikerülését fizikai és kémiai átalakulások, szorpció, ülepedés és kimosódás idézi elő. Ezek hatására lokális méretben 0 és 5,0 mg/m³ kéndioxid koncentráció alakulhat ki, amely általában a városi alapterhelés 0,05 és 1,0 mg/m³ közötti értékére szuperponálódik. A lokális szennyezettség mértékét megengedhetőnek tartjuk, ha a keletkező koncentrációk a hatásterületükön tartózkodó ember testi, szellemi, társadalmi vagy biológiai környezetét és tevékenységét kedvezőtlenül, illetve károsan nem befolyásolják.

A városi szennyezettség folyamatában a 0,5 és 40 km közötti horizontális kiterjedésű több pont-, vagy területi forrás szennyező hatásából adódó össz-emissziót a minimálisan 30 m, maximálisan 1500 m vastag rétegben 2-10 m/s átlagos sebességű légáramlás szállítja és mezóméretű turbulencia szórja szét. Kiülepitésében valamennyi légkörtisztító tényező részt vesz. A kialakuló kéndioxid koncentráció értéke általában 0 és 3,0 mg/m³ között van, amely a regionális alapterhelés 0,01 és 0,2 mg/m³ közötti értékére rakódik rá. A környezet

szennyezettségének megengedhető mértékét a lokális szennyezettséghez hasonlóan definiáljuk. (A városi szennyező folyamat megkülönböztetését az indokolja, hogy mind a lokális, mind a regionális méretű folyamatoktól lényegesen eltér abban, hogy viszonylag nagy területen rendkívül intenzív antropogén eredetű szennyező forrást képvisel.)

A regionális szennyezés folyamatában a 10 km és 400 km közötti horizontális kiterjedésű pont-, területi, illetve összetett magas forrásból kibocsátott összemisziót a minimálisan 100 m, maximálisan 3000 m vastag légrétegben 5–10 m/s átlagos sebességű légáramlás szállítja, a közepes méretű örvények, a domborzat által keltett turbulencia és a nagyméretű termikus konvekció szórja szét. Kiülepítésében valamennyi légköri hatótényező részt vesz. Ezek hatására 0 és 0,5 mg/m³ közötti kéndioxid koncentráció alakulhat ki, amely a kontinentális alapterhelés 0,001 és 0,05 mg/m³ közötti értékére szuperponálódik. A szennyezettség mértékét megengedhetőnek tartjuk, ha a területtel szomszédos régiók levegőtisztaság-védelme szempontjából, a már szennyezettlen érkező levegő csökken mértékű további terhelhetősége jelentős hátránnyal nem jár.

A kontinentális szennyezés folyamatában az 500 km és 5000 km közötti horizontális kiterjedésű összetett magas forrásból kibocsátott összemisziót a minimálisan 3000 m, maximálisan 7000 m vastag légrétegben 10–15 m/s átlagos sebességű légáramlás szállítja, és makro méretű turbulencia szórja szét. A szennyező anyag fizikai és kémiai átalakulások, valamint kimosódás révén kerül ki a légkörből. Általában 0 és 0,05 mg/m³ közötti kéndioxid koncentráció alakulhat ki, mely a globális alapterhelés 0,001 és 0,01 mg/m³ közötti értékére tevődik rá. A kontinentális szennyezettség mértéke megengedhető mindaddig, amíg a csapadék által a légkörből kimosott szennyező anyagok a talaj és az állóvizek káros savanyodását nem idézik elő.

A globális szennyezés folyamatában a 10 ezer km-t meghaladó horizontális kiterjedésű összetett magas forrásból kibocsátott összemisziót a minimálisan 7000 m, maximálisan 16 000 m vastag légrétegben 15 m/s-nál nagyobb átlagos sebességű légáramlás szállítja és hemiszférikus méretű turbulencia szórja szét. A szennyező anyagok légkörből való kikerülésében elsősorban a fizikai és kémiai átalakulás és a kimosódás játszik szerepet. Ezek hatására 0,001–0,01 mg/m³ közötti kéndioxid koncentráció alakul ki. A globális szennyezettség mértékét megengedhetőnek addig tartjuk, amíg a szennyező anyagok – elsősorban a lebegő részecskék és a széndioxid – felhalmozódása nem idéz elő kimutatható, tartós és egyirányú klímaváltozást.

3. A levegőkészlet-gazdálkodás fogalomköre

Ahhoz, hogy a levegőkészlettel való gazdálkodás fogalmakörét tisztázzuk, az előbb elmondottak alapján definiáljuk a levegőkészlet fogalmát.

Levegőkészleten értjük az év jelentős részében rendelkezésre álló és bizonyos koncentráció-tartományban terhelhető levegőtömeget, amelyet – felszínközeli levegőről lévén szó – gyakorlatilag a légtömeg térfogatával, más szóval a „levegőtérfogattal” fejezhetünk ki. A rendelkezésre álló levegőtérfogatot a szennyező forrás kiterjedésétől függő, különböző méretű fizikai tényezők határozzák meg. E fizikai tényezők a következők:

- a) az év jelentős részében uralkodó horizontális levegőátvitel,
- b) a szennyező forrás áramlásirányára merőleges Δy horizontális kiterjedése és

c) a levegőtérfogat magasságát definiáló Δz keveredési réteg vastagsága. A rendelkezésre álló levegőkészlet terhelhetőségét a korábbiakban levezetett egyenlet felhasználásával fejezzük ki:

$$I_{n \max} \geq \bar{I}_{\max} = \bar{I}_a + \bar{I}_{v \max}$$

ahol $I_{n \max}$ a levegőminőségi norma értéke.

Levegőkészlet terhelhetőség szempontjából gazdálkodni, az $I_{n \max}$ levegőminőségi norma és az \bar{I}_a alapterhelés különbségeként meghatározható tartományon

$$I_{n \max} - \bar{I}_a \geq \bar{I}_{v \max}$$

belül lehet.

A levegőkészlet-gazdálkodás fentiekben definiált fizikai tényezőit az 5 különböző mérettartomány transzmisszióját leíró meteorológiai szimulációs modellek, illetve a belőlük származtatható számítási módszerek hozzák kvantitatív összefüggésbe. Ezek alapján határozható meg lokális, városi, regionális, kontinentális és globális vonatkozásban a kibocsátható szennyező anyagok össz mennyisége, melyek szükségtelenül nem korlátozzák a technikai fejlődést, de biztosítják az öt különböző méretű folyamat esetében a szennyezettség megengedhető szinten tartását.

* * *

A szerző hálás köszönetét fejezi ki *Béll Béla* akadémikusnak a tanulmány aeroklimatológiai vonatkozásainak kidolgozásában nyújtott segítségével, *Várhelyi Gabriella* és *Iványi Zsuzsa* tudományos munkatársaknak hasznos javaslataikért.

IRODALOM

- Junge, C. E.* (1963): Air chemistry and radioactivity. Academic Press, N. Y. and London.
Szepesi, D. (1973): Generalized Model for Area Sources. VDI Berichte Nr. 200, 123—130.
-

Felhőcseppek kondenzációs növekedése ammónium-szulfát magvakon

MÉSZÁROS ERNŐ—SAS ÉVA—MÉSZÁROS ÁGNES, Központi Légekfizikai Intézet, Budapest

Конденсационный рост капель облаков на ядрах сульфата аммония. В докладе излагаются результаты получены с вычислениями роста капель облаков. Эти капли облаков растут при постоянной скорости восходящего потока воздуха 50-, 100-, 200 см/сек на ядрах сульфата аммония соответствующих по размеру и концентрации с измерениями. Сравнительно простая модель выработана авторами дает возможность на симуляцию модификации — при помощи искусственных ядер — начальной стадии образования облаков. По «численным экспериментам» такого характера влияние искусственных конденсационных ядер сильно зависит от их размеров.

*

Growth of Cloud Elements on Ammonium Sulphate Nuclei Due to Condensation. In this paper the results of the calculations concerning the growth of cloud elements are presented. The cloud elements grow on ammonium sulphate nuclei of size and concentration adequate to the measurement, in constant updraft velocity of 50-, 100-, 200 m/sec. The relatively simple model presented also gives the possibility for numerical simulation of the modification of the first stage of cloud formation by artificial nuclei. According to the results of numerical experiments the effect of artificial condensation nuclei varies to a great extent as a function of their size.

*

A felhők mikrostruktúrája, következésképpen csapadékkeltő hatékonysága, a dinamikus paramétereket nem tekintve, az aktív kondenzációs magvak fizikai és kémiai tulajdonságainak a függvénye. Az elmúlt évtizedekben ezért a kondenzációs magvak koncentrációjának és nagyság szerinti eloszlásának a felhőcseppek keletkezésére és növekedésére gyakorolt hatását számos kutató vizsgálta (pl. *Howell*, 1948; *Mordy*, 1959; *Neiburger* és *Chien*, 1960; *Fitzgerald*, 1970; *Kornfeld*, 1970). A számításoknál az említett szerzők feltételezték, hogy a magvak nátrium-kloridból állnak. A nátrium-klorid részecskék koncentrációját és nagyság szerinti eloszlását részben direkt, részben diffúziós felhőkamra mérések (*Fitzgerald*) alapján becsülték meg. *Kornfeld* továbbá feltételezte, hogy az említett típusú, vízben oldódó magvakon kívül a felszálló levegőben oldhatatlan részecskék is találhatóak. Ezeket nedvesíthető korongokkal szimulálta.

Méréseink azonban kimutatták, hogy kontinensek fölött a vízben oldódó részecskék jelentős részét ammónium-szulfát építi fel (*Mészáros*, 1971), illetve, hogy óceánok fölött is ez az anyag alkotja az aktív kondenzációs magvak jelentős hányadát (*Mészáros et al.*, 1973). Jelen tanulmányban olyan felhőcsepp-növekedési számítások bemutatása a célunk, amelyeknél a magvak a méréseknek megfelelő koncentrációban és eloszlásban ammónium-szulfátból állnak. A kidolgozott elméleti modell továbbá lehetővé teszi a feláramló levegőbe mesterségesen juttatott magvak hatásának tanulmányozását, azaz a felhőkeletkezés mesterséges módosításának numerikus modellezését is. Ennek részben a mesterséges csapadékkeltési kísérletek megtervezése, részben a levegőkörnyezetre gyakorolt nem kívánt antropogén hatások megbecslése szempontjából van jelentősége.

Az első lépésben kidolgozott modell viszonylag egyszerű, és pl. nem számol a sztochasztikus kondenzációs folyamatok (*Szedunov*, 1972) hatásával. Ennek figyelembevétele a jövő feladata lesz.

1. Az alkalmazott formulák

Adott r sugarú oldatcsepp kondenzációs növekedését a következő egyenlet adja meg (Fletcher, 1962; Nagy, 1967):

$$r \frac{dr}{dt} = G \left(S - \frac{2\sigma v}{\rho R T r} + i x_s \right), \quad (1)$$

ahol t az idő, S a túltelítettség, R az általános gázállandó, T az abszolút hőmérséklet (esetünkben 273 K°), σ az oldat felületi feszültsége, v az oldat 1 cm³-ben levő oldott anyag tömege, ρ az oldat (gyakorlatilag a tiszta víz) sűrűsége, i a van't Hoff-féle faktor, míg x_s az oldott anyag koncentrációja az oldatban. Az ammónium-szulfát oldatok megfelelő paramétereit, valamint a G együttható értékét az I. Függelék tartalmazza. A fenti egyenletről látható, hogy a növekedési sebesség egyenesen arányos a túltelítettséggel és fordítva arányos a cseppek sugarával. Ez utóbbi azt jelenti, hogy a kisebb cseppek gyorsabban növekednek, mint a nagyobbak (ennek jelentőségét lásd később). A jobboldali zárójelben levő második tag a csepp görbületének, míg a harmadik az oldott anyag jelenlétének az egyensúlyi túltelítettségre gyakorolt hatását reprezentálja.

Hangsúlyoznunk kell, hogy az (1) formula individuális cseppekre vonatkozik. Segítségével meghatározott túltelítettség esetén, az r sugár időbeli változása (esetünkben általában a csepp növekedése) meghatározható. Légköri felhőképződéskor azonban a túltelítettség nyilvánvalóan függ a feláramlási sebességtől, illetve, csepp-populáció esetén, a kondenzációban elhasználódott víz mennyiségétől. Ezt a függést a következő egyenlet jellemzi:

$$\frac{dS}{dt} = Q_1 \frac{dh}{dt} - Q_2 \frac{dw}{dt}, \quad (2)$$

ahol h a felhőalaptól mért magasság, w a folyékony víztartalom, míg Q_1 és Q_2 értéke a II. Függelékben található meg.

A dw/dt differenciál-hányados egyszerűen meghatározható, mivel a víztartalom a cseppek számának és tömegének szorzata. Így

$$\frac{dw}{dt} = \sum_r 4\pi r^2 N \frac{dr}{dt} \rho_w, \quad (3)$$

ahol N az r sugarú cseppek koncentrációja és ρ_w a folyékony víz sűrűsége.

A fenti egyenletek analitikusan csak úgy integrálhatók, ha olyan egyszerűsítő föltevéseket teszünk, amelyek elmosás a számítások célját képező részleteket. Ezért a növekedési sebesség számításakor numerikus integrációt alkalmaztunk.

2. A számítások során alkalmazott magspektrum és feláramlási sebességek, a számítások menete

A számítások során feltételeztük, hogy az aktív kondenzációs magvak ammónium-szulfátból állnak. Az ammónium-szulfát részecskék tömegének nagyság szerinti eloszlását Mészáros (1971) határozta meg. Kimutatta, hogy a nyáron mért eloszlás gyakorlatilag a száraz részecskék spektrumával egyenlő. A továbbiakban ezt a spektrumot használtuk.

A mért spektrumot sugárintervallumokra bontottuk (Δr_m). Ismerve az egyes intervallumokban a részecskék tömegét (ez a mérésekből következett) és az átlagos nagyságot (az intervallum középpértéke: r_m), az egyes magvak m

tömege és N_m koncentrációja egyszerűen kiszámítható, ha figyelembe vesszük az ammónium-szulfát sűrűségét ($=1,769 \text{ gr} \cdot \text{cm}_3$). Az *I. táblázat* negyedik és ötödik oszlopa a kapott eredményeket tartalmazza. A számítás kezdetekor, azaz a $t=0$ pillanatban a felhőalpnál $S=0$, azaz a relatív nedvesség 100%. S definíciója ugyanis esetünkben a következő:

$$S = \frac{p}{p_\infty} - 1 = \frac{p - p_\infty}{p_\infty},$$

ahol p a tényleges, míg p_∞ a telítettségi gőznyomás. Az egyensúlyi csepptörvénnyel és a túltelítettség összefüggését leíró termodinamikai egyenletből viszont az következik, hogy $S=0$ -nál:

$$\frac{2\sigma v}{\rho R T r_0} = i x_s.$$

Ebből az egyenletből, adott m -nél r_0 -t explicite nem fejezhetjük ki (σ, v, i és x_s értékeit lásd az *I. Függelékben*), ezért értékét $T=273 \text{ K}^\circ$ -ra közelítő számítással határoztuk meg. Az eredményeket az *I. táblázat* utolsó oszlopa tartalmazza.

I. TÁBLÁZAT

A számítások során felhasznált ammónium-szulfát magvak koncentrációja (N) sugarak (\bar{r}_m), illetve tömegük (m) függvényében; az r_0 a 100%-os relatív nedvességre vonatkozó sugarat jelenti

Csoport	Δr_m [cm]	\bar{r}_m [cm]	m [gr]	N [cm $^{-3}$]	r_0 [cm]
1	5,0—7,0 · 10 $^{-6}$	6,0 · 10 $^{-6}$	1,60 · 10 $^{-15}$	4,30 · 10 2	2,28512 · 10 $^{-5}$
2	7,0—10,0 · 10 $^{-6}$	8,5 · 10 $^{-6}$	4,55 · 10 $^{-15}$	1,51 · 10 2	3,94966 · 10 $^{-5}$
3	1,0—1,5 · 10 $^{-5}$	1,25 · 10 $^{-5}$	1,45 · 10 $^{-14}$	6,71 · 10 1	7,19186 · 10 $^{-5}$
4	1,5—2,5 · 10 $^{-5}$	2,0 · 10 $^{-5}$	5,93 · 10 $^{-14}$	1,39 · 10 1	1,49039 · 10 $^{-4}$
5	2,5—3,5 · 10 $^{-5}$	3,0 · 10 $^{-5}$	2,00 · 10 $^{-13}$	2,07 · 10 0	2,79145 · 10 $^{-4}$
6	3,5—4,5 · 10 $^{-5}$	4,0 · 10 $^{-5}$	4,74 · 10 $^{-13}$	5,80 · 10 $^{-1}$	4,35507 · 10 $^{-4}$
7	4,5—5,5 · 10 $^{-5}$	5,0 · 10 $^{-5}$	9,26 · 10 $^{-13}$	2,97 · 10 $^{-1}$	6,14858 · 10 $^{-4}$
8	5,5—6,5 · 10 $^{-5}$	6,0 · 10 $^{-5}$	1,60 · 10 $^{-12}$	8,63 · 10 $^{-2}$	8,14731 · 10 $^{-4}$
9	6,5—8,0 · 10 $^{-5}$	7,25 · 10 $^{-5}$	2,82 · 10 $^{-12}$	4,87 · 10 $^{-2}$	1,09049 · 10 $^{-3}$
10	8,0—10,0 · 10 $^{-5}$	9,0 · 10 $^{-5}$	5,40 · 10 $^{-12}$	2,55 · 10 $^{-2}$	1,52291 · 10 $^{-3}$
11	1,0—1,5 · 10 $^{-4}$	1,25 · 10 $^{-4}$	1,45 · 10 $^{-11}$	1,67 · 10 $^{-2}$	2,52964 · 10 $^{-3}$
12	1,5—2,5 · 10 $^{-4}$	2,0 · 10 $^{-4}$	5,93 · 10 $^{-11}$	3,48 · 10 $^{-3}$	5,21213 · 10 $^{-3}$

A számításokat három feláramlási sebesség — 50 cm/sec, 100 cm/sec és 200 cm/sec — esetére végeztük el. Ezeket a sebességeket gomolyfelhők alapján mért értékek alapján (pl. *Szulakvelidze et al.*, 1965) választottuk ki. A számítások során mindig $T=273 \text{ K}^\circ$ -ot és 800 mb-t használtunk.

A számítás menete a következő volt:

1. lépés: S_1 meghatározása a (2) formula alapján, ha $dw/dt=0$.

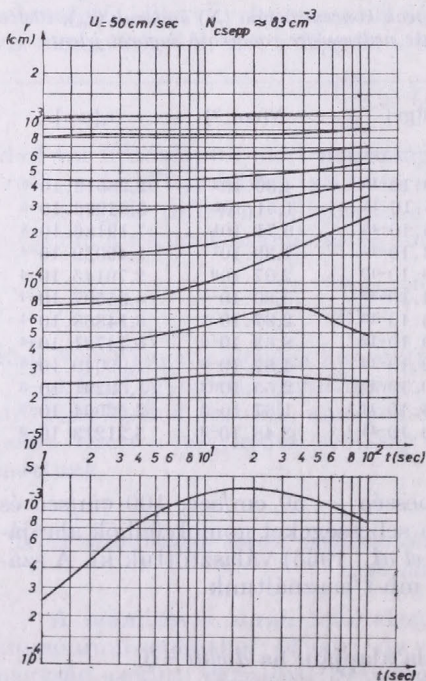
2. lépés: a kiszámított S_1 és r_0 segítségével dr , illetve $r_1=r_0+dr$ meghatározása az (1) egyenlet segítségével adott dt -nél minden r_0 -ra.

3. lépés: dr és r_1 , valamint a kezdeti r_0 -hoz (m -hez) tartozó N_m segítségével dw/dt kiszámítása a (3) képlet alapján (a cseppek N koncentrációját a magvak eredeti N_m számával vettük azonosnak).

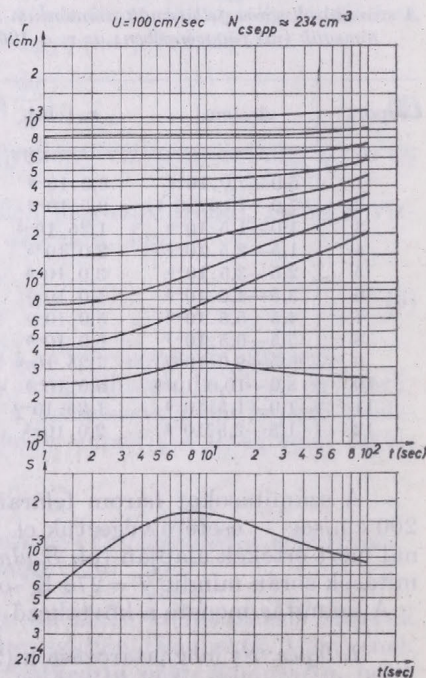
Ezután a kapott dw/dt értéket (2)-be helyettesítjük és a lépéseket megismétljük. A számítási ciklust addig ismételjük, amíg elérjük a kívánt t időt.

A számítást 0,1 sec-ként 100 sec-ig végeztük Hewlett–Packard (HP 40) típusú asztali elektronikus számítógéppel. Mivel a számítógép a számítás végéskor csak 49 regiszteres volt, valamint a konstansok tárolására 40 regiszterre volt szükség, az I. táblázatból csak az 1–9. csoportokat tudtuk figyelembe venni. Ez azt jelenti, hogy a számításokból kizártuk az ún. óriás kondenzációs magvakat. A számítógép memóriáját időközben kibővítették. Az említett kizárás hatását pótlólag úgy ellenőriztük, hogy a számítást, 100 cm/sec-nál, mind a tizenkét magcsoporttal megismételtük. Így valamivel nagyobb cseppkoncentrációt és több nagyobb cseppet kaptunk, a többi számított paraméter azonban gyakorlatilag változatlan maradt.

Mint a bevezetőben említettük, olyan számításokat is végeztünk, amikor az I. táblázatban levő mért magspektrumot módosítottuk. Ennek célja annak megvizsgálása volt, hogy a felhőbe juttatott mesterséges kondenzációs magvak az elsődleges felhőcsepp-spektrumot hogyan befolyásolják. 100 cm/sec-os feláramlási sebességgel hét ilyen jellegű „numerikus kísérlet” hajtottunk végre úgy, hogy a 2–8. csoport közül valamelyik csoport magkoncentrációját megváltoztattuk. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy repülőgépről kb. 2 kg/km³ megfelelő méretű ammónium-szulfát részecskét kell a feláramló levegőbe juttatni.



1. ábra: Felhőcseppek sugarának (r) és a túltelítettségnek (S) változása az idő (t) függvényében 50 cm/sec-os feláramlási sebesség (u) esetén. N_{csepp} a 100 sec alatt keletkezett felhő cseppjeinek koncentrációját jelenti



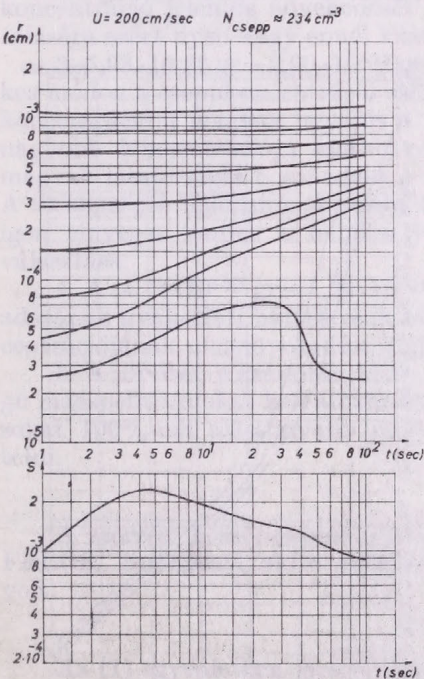
2. ábra: Ugyanaz, mint 1. ábra, ha a feláramlási sebesség 100 cm/sec

3. Eredmények

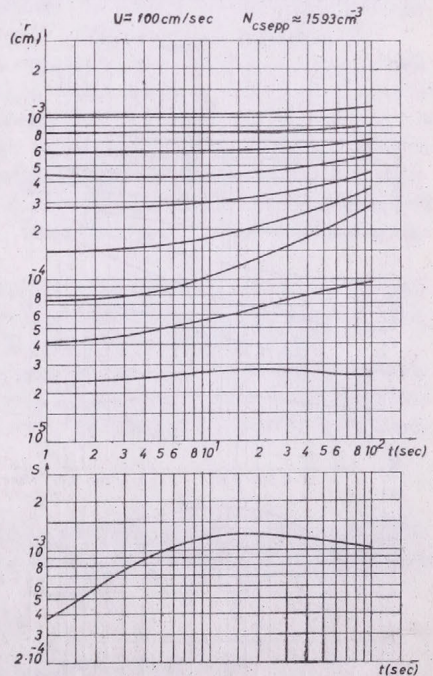
Az egyes csoportokhoz tartozó magvakon keletkező cseppek növekedését 50 cm/sec feláramlási sebesség esetén az 1. ábra mutatja be (az ábrák felső részén a legalsó görbe mindig az 1., míg a legfelső a 9. magcsoportra vonatkozik). Az ábrán látható, hogy a túltelítettség (az ábra alsó része) a 20. másodpercben maximális. Értéke $1,20 \cdot 10^{-3}$ (ez 100, 12%-os relatív nedvességnek felel meg). A túltelítettség bizonyos idő utáni csökkenését a folyékony víztartalom jelentős megnövekedése okozza [a (2) formula jobb oldalán a második tag]. Az ábrából az is kitűnik, hogy a két legkisebb magon keletkezett cseppek nagysága a maximális túltelítettség elérése után csökken. Ez azt jelenti, hogy ezek a magvak a kondenzáció folyamán nem aktivizálódtak, azaz nem növekedtek a kritikus méretnek megfelelő nagyságúra. Így az aktivizálódott magvak száma, azaz a felhőcseppek koncentrációja 83 cm^{-3} . Látható továbbá, hogy a keletkezett cseppek sugara az idő múlásával közeledik egymáshoz, azaz a csepp-spektrum szűkül. Ez a következménye annak, hogy az (1) egyenletben a növekedési sebesség a cseppek sugarával fordítva arányos.

100 cm/sec-os feláramlási sebesség esetén (2. ábra) már csak a legkisebb magvak csoportja nem aktivizálódott. Ennek oka a nagyobb feláramlási sebesség hatására kialakuló nagyobb maximális túltelítettség ($= 1,70 \cdot 10^{-3}$). Így a felhőcseppek száma ebben az esetben 234 cm^{-3} .

200 cm/sec esetén (3. ábra) a maximális túltelítettség még jelentősebb:



3. ábra: Ugyanaz, mint 1. ábra, ha a feláramlási sebesség 200 cm/sec



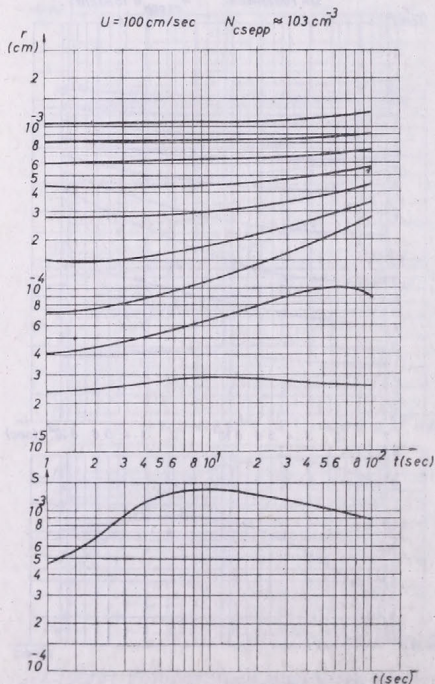
4. ábra: A felhőcseppek kondenzációs növekedése, ha a természetes magspektrumban (I. táblázat) a $4,55 \cdot 10^{-15}$ gr tömegű részecskék koncentrációját megtízszerezjük

$2,36 \cdot 10^{-3}$. Ez az érték az ötödik másodpercen alakul ki. Érdekes, hogy a legkisebb magvak ennek ellenére sem aktivizálódnak. A túltelítettség menetében a 30–50. sec közt fellépő relatív maximumot a legkisebb cseppek víztartalmának hirtelen elpárolgása okozza.

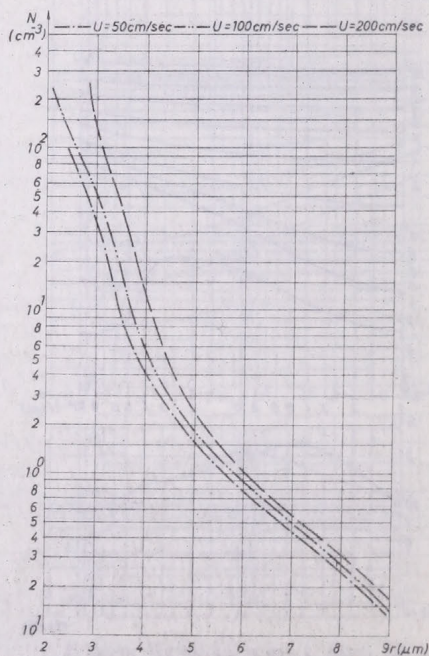
A mesterséges módosítási számítások eredményeink szerint három kategóriába sorolhatók. Az első kategóriába a $4,55 \cdot 10^{-15}$ – $1,45 \cdot 10^{-14}$ gr tömegű magvakkal végrehajtott kísérletek sorolhatók. Erre példát a 4. ábra mutat. Ennél a számításnál a $4,55 \cdot 10^{-15}$ gr tömegű magvak koncentrációját növeltük meg egy nagyságrenddel. Mint látható, a koncentráció jóval nagyobb, mint a 2. ábrával jellemzett esetben. A két ábra összevetéséből az is kitűnik, hogy a 2. csoport magvain keletkezett cseppek a módosításakor nem növekednek olyan mértékben, mint a 2. ábrán. Ez azzal magyarázható, hogy a rendelkezésre álló vízgőzkészlet több csepre oszlik el. A 4. ábrán továbbá $S_{max} = 1,23 \cdot 10^{-3}$. Ezt az értéket csak a 20. sec-ban érjük el. A túltelítettség növekedésének mértéke tehát a módosítás hatására lelassul.

A következő kategóriába azok a numerikus kísérletek tartoznak, amelyeknél a $5,93 \cdot 10^{-14}$ – $2,00 \cdot 10^{-13}$ gr tömegű magvak koncentrációját emeltük meg (a második említett nagyságra vonatkozó számítás eredményeit az 5. ábra reprezentálja). A mesterséges magvak beszórásának hatása itt azzal a következménnyel jár, hogy a keletkezett felhőben a cseppek koncentrációja csökken. A maximális túltelítettség ugyanis csak $1,35 \cdot 10^{-3}$, szemben a 2. ábrán látható $1,70 \cdot 10^{-3}$ -os értékkel.

A harmadik kategóriába azokat a módosításokat soroltuk, amelyeknél a



5. ábra: A felhőcseppek kondenzációs növekedése, ha a természetes magspektrumban a $2,00 \cdot 10^{-13}$ gr tömegű részecskék koncentrációját megtízszerezzük



6. ábra: A felhőcseppek számított kumulatív nagyság szerinti eloszlása különböző feláramlási sebességek esetén

$4,74 \cdot 10^{-13}$ gr-mal egyenlő, vagy ennél nagyobb magvak számát növeltük meg. Ezek eredményei ugyanis egyre inkább megközelítik a 2. ábrán látható „természetes” esetet, azaz a beavatkozás gyakorlatilag hatástalannak ítéltető (itt újra hangsúlyozzuk, hogy a számítások során 10^{-4} cm = 1 μ m-nél nagyobb száraz sugarú magvakkal nem dolgoztunk).

Végül a 6. ábrán a három „természetes” kumulatív csepp-spektrumot mutatjuk be. A sugárértékeket $t=100$ sec-ra az 1–3. ábrák, míg a megfelelő koncentrációkat az I. táblázat adatai szolgáltatták. Ezek a cseppkoncentrációk, illetve spektrumok, különösen 100 cm/sec és 200 cm/sec esetén, lényegükben jó egyezést mutatnak a kontinens feletti gomolyfelhőkre vonatkozó megfigyelésekkel (Fletcher, 1962). Az egyezés még kielégítőbbé válik, ha annak a számításhoz az eredményeit vesszük figyelembe, amelyek során mind a 12 magcsoportot felhasználtuk. Ez esetben ugyanis a maximális cseppsugár nem 10 μ m, hanem 25 μ m körül mozog 1 l^{-1} -es nagyságrendű koncentrációval.

4. Következtetések

1. A mért ammónium-szulfát magvak eloszlása alapján számított cseppspektrumok formája hasonló a mért spektrumokéhoz. A mért értékekkel a számított cseppkoncentrációk is jó egyezést mutatnak.

2. $4,55 \cdot 10^{-15}$ gr – $1,45 \cdot 10^{-14}$ gr tömegű magvaknak a természetes kondenzációs magvakhoz megfelelő mennyiségben való hozzáadása a cseppkoncentráció jelentős növekedését eredményezi. A felhők mesterséges stabilizálására ezért ilyen vagy ennél kisebb tömegű magvak ajánlhatók.

3. $5,93 \cdot 10^{-14}$ gr – $2,00 \cdot 10^{-13}$ gr tömegű magvak hozzáadása viszont érdekes módon a cseppkoncentráció csökkenéséhez vezet. Ezek a viszonylag kisebb koncentrációjú magvak ugyanis a vízgőz-készlet jelentős részét lekötik, így a nagyobb koncentrációjú kisebb részecskék nem aktivizálódhatnak. Ekkora magvak mesterséges hozzáadása a felhő csapadékképző hatékonyságát növeli. A mesterséges módosítások során tehát a kívánt hatás elérése szempontjából igen lényeges kérdés a felhőbe juttatott magvak méretének pontos megválasztása.

4. A $4,74 \cdot 10^{-13}$ gr – $1,60 \cdot 10^{-12}$ gr tömegű részecskék mesterséges hozzáadásának gyakorlati hatása csak akkor lehet, ha az 5–10 μ m-es cseppek koncentrációjának megnövekedése lényeges a koaguláció szempontjából.

5. A jövőben a számításokban okvetlenül nagyobb számú, kisebb tágasságú magspektrumokat kell alkalmazni. Szükségesnek látszik továbbá a számításokat 100%-nál alacsonyabb relatív nedvességek felhasználásával megisméltetni.

*

A szerzők köszönetüket fejezik ki *Adámly László* osztályvezetőnek (IN-FELOR, Budapest), aki a számítógépes program elkészítésében segítségükre volt.

I. Függelék

Az (1) egyenletben levő G együttható értéke a következő:

$$G = \frac{D' \rho_v}{\rho_w} \left[1 + \frac{D' L^2 \rho_v M_w}{RT^2 K'} \right],$$

ahol ρ_v a vízgőz ($= 4,9 \cdot 10^{-6}$ gr \cdot cm $^{-3}$), míg ρ_w a tiszta víz sűrűsége, L a látens

hőmennyiség ($= 2,496 \cdot 10^{10}$ erg/gr), M_w a víz molekulasúlya ($= 18,016$ gr/mól),
míg

$$D' = \left[\frac{r}{D(r+a\lambda)} + \frac{1}{r} \sqrt{\frac{2\pi e}{RT}} \right]^{-1},$$

ahol a a Cunningham-féle konstans ($= 0,7$), λ a vízmolekulák közepes szabad úthossza a levegőben ($= 7,54 \cdot 10^{-6}$ cm), e a víz és a száraz levegő molekulasúlyának aránya ($= 0,62$) és D a vízgőz diffúziós együtthatója. Ez utóbbi 273 K°-on és 800 mb-os nyomáson $0,282$ cm² sec⁻¹-nel egyenlő. A G értékét megadó formulában továbbá K' értéke a következő:

$$K' = \left[\frac{r}{K(r+a\lambda)} + \frac{4}{r \rho_a c_p f} \sqrt{\frac{\rho_v}{3p_\infty}} \right]^{-1},$$

ahol K a hővezetési együttható ($= 2,42 \cdot 10^3$ erg/gr), ρ_a a száraz levegő sűrűsége ($= 1,2929 \cdot 10^{-3}$ grcm⁻³), c_p a levegő fajhője ($= 1,003 \cdot 10^7$ erg/gr·fok), f a gőzmolekulák akkomodációs faktora ($= 0,7$), míg p_∞ a sík vízfelszínre vonatkoztatott telítettségi gőznyomás ($= 6,1078$ mb). Ezeket az adatokat felhasználva az (1) egyenlet a következőképpen alakul:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{4,9 \cdot 10^{-6}}{r} + 1,52 \cdot 10^{-4} \left[S - \frac{2\sigma v}{RT \rho r} + i x_s \right].$$

$$1,38 \cdot 10^{-1} + 7,30 \cdot 10^{-7} \frac{1}{r}$$

Ammónium-szulfát esetén levezethető, hogy

$$x_s = \frac{1,87 \ 299 \cdot 10^{-2} \cdot m}{r^3 - 1,82 \ 543 \cdot 10^{-1} \cdot m},$$

ahol m a cseppben oldott ammónium-szulfát tömege. Megfelelő fizikai-kémiai táblázatok adatait figyelembe véve továbbá:

$$v = \frac{4,188 \ 78 \cdot r^3}{1,382 \ 30 \cdot 10^{23} r^3 - 3,3 \cdot 10^{22} m}$$

$$\sigma = 7,56 \cdot 10^1 + 1,21 \cdot 10^2 x_s$$

$$i = 1,29 - 3,3 \cdot 10^{-1} \log x_s$$

II. Függelék

A (2) formulában levő Q_1 és Q_2 értékeit a következő összefüggések adják meg:

$$Q_1 = \frac{LM_w g}{RT^2 c_p} - \frac{M_a g}{RT},$$

$$Q_2 = \frac{L^2 M_w}{TP M_a c_p} + \frac{RT}{p_\infty M_w},$$

ahol g a nehézségi gyorsulás ($= 980,665$ cm sec⁻²), P a teljes légköri nyomás (esetünkben 800 mb) és M_a a levegő molakulasúlya ($= 28,966$ gr/mól). Az általunk használt föltételek mellett $Q_1 = 5,85542 \cdot 10^{-6}$, míg $Q_2 = 3,83725 \cdot 10^5$ CGS.

IRODALOM

- Fitzgerald, J. W.*, 1970.: A re-examination of the classical theory of the growth of a population of cloud droplets by condensation. *Conference on cloud physics* (Preprints of papers) *Ft. Collins*, 111—112.
- Fletcher, N. H.*, 1962.: *The physics of rain-clouds*, Chapter 6. Theory of the development of non-freezing clouds. University Press, Cambridge.
- Howell, W. E.*, 1949.: The growth of cloud drops in uniformly cooled air. *Journal of Meteorology*, 6, 134—149.
- Kornfeld, P.*, 1970.: Numerical solution for condensation of atmospheric vapor on soluble and insoluble nuclei. *Journal of the Atmospheric Sciences*. 27, 256—264.
- Mészáros, E.*, 1971.: The size distribution of water soluble particles in the atmosphere. *Időjárás*, 75, 308—314.
- Mészáros, E., Mészáros, A., és Vissy, K.*, 1973.: Estimation of the size and nature of cloud nuclei from aerosol measurements carried out in pure maritime air. *VIII. Internat. Conf. on Nucleation*, Leningrad.
- M. Nagy, Á.*, 1967.: Felhőcseppek kondenzációs növekedése. *Beszámolók az 1967-ben végzett tudományos kutatásokról*, 201—215.
- Mordy, W.*, 1959.: Computations of the growth by condensation of cloud droplets. *Tellus*, 11, 16—44.
- Neiburger, M. és Chien, C. W.*, 1960.: Computations of the growth of cloud drops by condensation using an electronic digital computer. In "Physics of Precipitation" (ed.: H. Weickmann) American Geophysical Union. 191—209.
- Szedunov, Ju. Sz.*, 1972.: *Fizika obrazovanyija zsidkokapelnoj fazi v atmoszfere*. Gidrometeoizdat. Leningrad.
- Szulakvelidze, G. K., Bibilasvili, N. S., Lapcseva, V. F.*, 1965.: *Obrazovanyije oszadkov i vozgzejstvije na gradovije processzi*. Gidrometeoizdat. Leningrad.
-

Szélesebesség-óraátlagok gyakorisági eloszlásának sajátosságai

PAPP ÉVA, Központi Meteorológiai Intézet, Budapest

Characteristics of Frequency Distribution of Hourly Mean Wind Velocities. The monthly mean values, standard deviation, asymmetry coefficient and frequency values of hourly mean wind velocities are presented for eight Hungarian stations on the basis of a five year long measurement series in 1968—72. It is shown that from the theoretical statistical distribution functions the Pearson III. type is the one with the help of which the experimental distribution of wind velocities can be approached with sufficient accuracy. The measure of adaption is defined by χ^2 test. The frequency values of wind velocity—within certain region—can be estimated on the basis of a) the monthly mean wind velocities presented in *Table I.*; b) the average wind speed and the standard deviation (*fig. 1.*) c) the average wind velocity and the asymmetry coefficient (*fig. 2.*) and d) the Pearson III. equation i. e. with the help of the first formula. The adaption of the wind velocity distribution calculated with the help of the above factors to the experimental distribution is presented in *fig. 3.*

*

Особенности распределения повторяемости средних часовых величин скорости ветра. Приводятся средние месячные величины часовых средних скоростей ветра, их разброс, коэффициент асимметрии и повторяемость по наблюдениям, проведенным за пять лет с 1968 по 1972 гг. на 8 анемометрических станциях Будапешта. Из функций теоретического статистического распределения функция типа Пирсона III позволяет с достаточной точностью аппроксимировать эмпирическое распределение скоростей ветра. Степень совпадения была определена пробой χ^2 . Величины повторяемости скорости ветра — в пределах изучаемой области — могут быть определены: а) по средним месячным величинам скорости ветра, представленным в *таблице 1,* б) по связи, определяемой между средней скоростью ветра и разбросом (*рис. 1*) в) между средней скоростью ветра и коэффициентом асимметрии (*рис. 2*) а также г) с использованием уравнения III Пирсона, т. е. формулы I. Совпадение распределения скорости ветра, подсчитанного по вышеуказанным величинам с эмпирическими распределениями представлено на *рис. 3.*

*

A szélesebesség-gyakoriság értékeinek ismerete számos gyakorlati kérdés vizsgálatakor alapvető fontosságú. Így nélkülözhetetlen a különböző szélesebesség-értékek gyakoriságának ismerete az építészet területén — szélterhelés számításokhoz — és a mezőgazdaságban — a deflációval és kiszáradással kapcsolatos kérdések vizsgálatakor. A szélesebesség gyakorisági eloszlásának megismerése érdeklődésre tarthat számot pusztán éghajlati szempontból is, tekintve, hogy hazánk szélklimájának ez az összetevője még aránylag kevésé ismert.

Munkánk célja egyrészt a szélesebesség gyakorisági eloszlásának meghatározása, területi és időbeli sajátosságainak jellemzése, másrészt olyan elméleti statisztikai eloszlásfüggvény kiválasztása, amellyel a nyert tapasztalati eloszlás leírható. Megfelelő elméleti eloszlásfüggvény figyelembevételével ugyanis adott pontokra vonatkozó empirikus eloszlás néhány momentumának ismeretében a szélesebesség gyakorisági értékei — egységes fizikai-földrajzi körzeten belül — kielégítő pontossággal becsülhetők.

Adatfeldolgozásunk a szélregisztráló műszerrel felszerelt állomások 5 évi (1968—72) megfigyeléseiből nyert óránkénti szélesebesség-értékeken alapul. A gyakorisági eloszlás jellemzői közül a szélesebesség havi középértékeit 24, szórását, aszimmetria együtthatóját, valamint a különböző túllépési valószínűségekhez tartozó értékeit 8 állomásra állítottuk elő.

I. TÁBLÁZAT

A szélsébség havi és évi átlagai [m/sec] 1968—72.

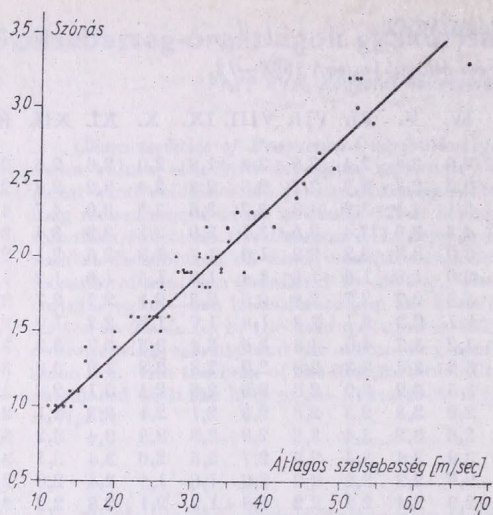
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Év
Sopron	2,7	3,4	2,9	2,8	2,4	2,4	2,8	2,4	1,8	2,0	2,6	2,6	2,6
Győr	2,8	3,3	3,2	3,2	2,7	2,8	2,7	2,3	2,3	2,4	3,2	2,6	2,8
Szombathely	4,0	5,1	5,1	5,1	4,1	3,9	4,3	3,7	3,6	3,5	3,9	4,7	4,2
Pápa—Kisacsád	3,5	4,8	4,3	4,5	3,6	3,4	3,5	3,1	2,9	3,1	3,9	3,4	3,7
Zalaegerszeg	1,8	2,6	2,8	3,0	2,3	2,2	2,3	1,8	1,7	1,8	2,5	2,1	2,2
Szentgotthárd	1,1	1,6	2,0	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,6	1,2	1,5
Keszthely	2,8	3,4	3,3	3,3	2,7	2,7	2,8	2,5	2,3	2,1	2,7	2,7	2,8
Nagykanizsa	1,8	2,5	2,6	2,7	2,3	2,1	2,2	1,8	1,7	1,7	2,2	1,9	2,1
Siófok	2,9	3,5	3,7	4,2	3,7	4,0	4,3	3,5	3,4	3,3	3,7	3,3	3,6
Bánhida	3,9	4,3	3,9	3,6	3,3	3,3	2,8	2,9	2,8	2,8	3,8	3,2	3,4
Martonvásár	3,2	3,5	3,7	3,5	3,2	2,9	2,8	2,5	2,5	2,4	3,1	2,8	3,0
Budapest, M. I.	2,0	2,3	2,5	2,6	2,3	2,3	2,6	2,3	2,1	2,1	2,3	2,1	2,3
Pestlőrinc	3,0	3,2	3,6	3,6	3,2	3,4	3,2	2,8	2,8	2,8	3,4	3,2	3,2
Pécs	3,5	3,7	4,1	3,9	3,4	3,4	3,2	2,7	2,5	2,6	3,4	3,1	3,3
Baja	2,5	2,8	2,8	2,6	2,2	2,2	2,3	2,0	1,8	1,8	2,4	2,0	2,2
Kecskemét	2,5	2,8	3,2	2,9	2,4	2,2	2,2	1,8	1,9	2,1	2,8	2,2	2,4
Szeged	3,6	4,1	4,2	3,8	3,3	3,1	3,0	2,5	2,5	2,7	3,6	2,9	3,3
Szolnok	2,1	2,5	3,0	2,7	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,8	2,6	1,9	2,2
Lőrinci	1,9	1,9	2,6	2,5	2,0	2,0	2,0	1,4	1,4	1,5	2,3	1,5	1,9
Kékestető	5,2	5,1	5,2	5,4	4,9	4,5	4,4	4,0	4,4	5,2	6,7	4,7	5,0
Miskolc	1,4	1,6	2,2	2,2	1,7	1,6	1,6	1,4	1,2	1,4	1,7	1,3	1,6
Debrecen	2,6	3,2	3,8	3,6	3,1	2,9	3,0	2,5	2,5	2,8	3,5	2,8	3,0
Kisvárd	2,0	2,6	2,8	2,7	2,3	1,9	2,1	1,5	1,7	2,1	2,3	2,1	2,2
Békéscsaba	2,4	2,9	3,2	3,3	2,7	2,5	2,5	2,1	2,1	2,3	3,1	2,2	2,6

Az I. táblázat adatai összhangban vannak a korábbi, más időszakra vonatkozó hazai vizsgálatok eredményeivel [1, 2]. A havi átlagos szélsébség (\bar{x}) évi menetét tavaszi (márc.—ápr.) maximum és nyár végi, ősz eleji (aug.—sept.) minimum jellemzi. A feltüntetett, 250 m-nél nem magasabban fekvő

II. TÁBLÁZAT

A szélsébség órátlagok szórásának (σ) és aszimmetria együtthatójának (r_3) havonkénti értékei

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
	<i>Szórás, σ</i>											
Szeged	2,5	2,3	2,6	2,2	2,0	1,8	1,9	1,5	1,5	1,8	2,1	1,9
Békéscsaba	1,7	1,9	2,0	2,0	1,7	1,6	1,6	1,4	1,4	1,6	1,8	1,6
Debrecen	1,8	2,2	2,3	2,3	2,0	1,9	1,9	1,7	1,6	2,0	2,1	1,9
Kékestető	3,2	3,2	3,2	2,9	2,6	2,5	2,5	2,3	2,4	3,0	3,3	2,7
Pestlőrinc	2,0	1,7	2,1	2,0	1,7	1,8	2,0	1,6	1,6	1,9	2,0	2,0
Pécs	2,2	1,9	2,2	2,0	1,9	1,8	1,8	1,6	1,4	1,5	1,9	2,0
Szentgotthárd	1,0	1,4	1,4	1,5	1,2	1,0	1,1	1,0	0,9	1,1	1,3	1,0
Szombathely	3,3	4,2	3,7	4,2	3,1	2,7	3,4	2,8	3,0	3,0	3,3	4,2
	<i>Aszimmetria, r_3</i>											
Szeged	1,6	0,8	1,1	1,1	1,1	0,9	1,3	1,0	0,9	1,5	1,1	1,2
Békéscsaba	1,7	1,1	1,0	0,6	1,2	1,3	1,2	1,4	1,2	1,6	0,8	1,7
Debrecen	1,4	1,1	0,8	0,8	1,0	1,4	0,9	1,3	1,3	1,1	0,8	1,3
Kékestető	0,9	1,1	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,8	0,6	0,6	0,3	0,9
Pestlőrinc	1,5	1,0	0,6	1,1	0,9	0,7	1,3	1,3	1,2	1,7	1,1	1,0
Pécs	1,3	0,9	0,6	0,7	1,0	0,7	1,0	1,4	1,1	1,1	0,8	1,4
Szentgotthárd	3,3	1,9	1,1	1,4	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,2	1,9	2,8
Szombathely	2,0	1,5	1,2	1,5	1,4	1,2	1,3	1,5	1,3	2,0	1,9	2,0

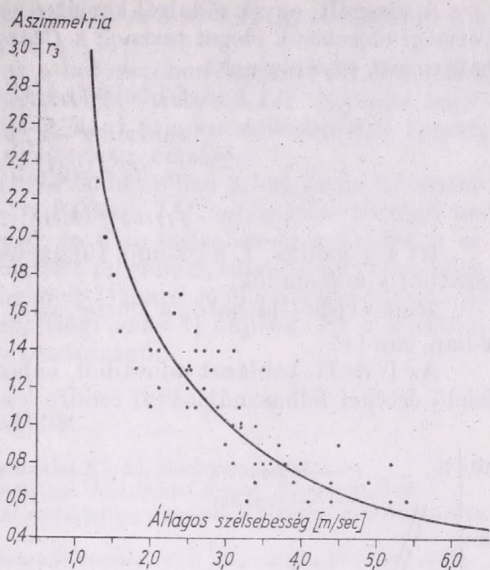


1. ábra: A szélsébség havonkénti átlagának és szórásának kapcsolata.

III. TÁBLÁZAT

A különböző valószínűségi szintekhez tartozó empirikus (e) és számított (sz) szélsébség értékek [m/sec]

	90%		75%		50%		25%		10%		5%	
	e	sz	e	sz	e	sz	e	sz	e	sz	e	sz
Szeged												
január	1,2	1,1	1,8	1,8	3,0	3,0	4,8	4,6	6,8	6,9	8,4	8,5
július	1,0	1,0	1,6	1,6	2,6	2,6	4,0	4,0	5,6	5,8	6,7	6,9
Békéscsaba												
január	0,7	0,6	1,2	1,0	1,9	2,0	3,2	3,3	4,7	4,7	5,8	5,4
július	0,7	0,6	1,5	1,2	2,2	2,1	3,7	3,5	4,7	4,7	5,7	5,7
Debrecen												
január	0,7	0,8	1,3	1,3	2,2	2,2	3,5	3,5	5,0	5,3	6,0	6,0
július	0,9	0,9	1,7	1,4	2,7	2,5	4,1	3,7	5,5	5,2	6,5	6,4
Kékestető												
január	1,6	1,4	2,9	2,8	4,7	4,7	7,1	7,0	9,5	9,8	11,0	11,4
július	1,5	1,4	2,6	2,4	4,0	4,0	5,9	5,9	7,8	7,9	9,1	9,4
Pestlőrinc												
január	1,0	0,9	1,5	1,6	2,5	2,5	4,0	3,6	5,7	5,6	6,9	7,2
július	1,2	1,2	1,9	1,8	2,9	2,8	4,2	4,1	5,6	5,7	6,6	6,7
Pécs												
január	1,2	1,0	1,9	1,9	3,0	3,1	4,7	4,4	6,4	6,5	7,8	7,8
július	1,2	1,2	1,9	1,8	2,9	2,8	4,2	4,1	5,6	5,7	6,6	6,7
Szentgotthárd												
január	0,5	0,2	0,5	0,5	0,7	0,9	1,4	1,3	2,3	2,2	3,2	3,3
július	0,5	0,4	0,8	0,8	1,2	1,2	2,0	2,1	2,9	3,0	3,6	3,8
Szombathely												
január	1,1	0,7	1,7	1,7	3,0	3,1	5,4	5,3	8,3	7,8	10,6	10,8
július	0,6	1,0	1,8	1,9	3,6	3,5	6,1	6,3	8,9	9,9	10,8	11,8



2. ábra: A szélesebesség havonkénti átlagának és aszimmetria-együtthatójának kapcsolata.

állomások közül legkisebb átlagértékek egész éven át Szentgotthárdon fordulnak elő, 1,1–2,0 [m/sec], legmagasabbak Szombathelyen 3,5–5,1 [m/sec].

A gyakorisági eloszlás szóródásának és torzultságának jellemzésére 8 állomás minden hónapjára kiszámítottuk a szélesebesség óraértékeinek σ szórását és r_3 aszimmetria-együtthatóját (II. táblázat).

Mivel a szórás arányos a középértékkel (1. ábra), a szórásértékek évi menete és területi eloszlása az átlagos szélesebesség-értékekkel nagyjából megegyezik [3]. A szórás maximális értékei: Szentgotthárd 1,48, Szombathely 4,24 [m/sec]; minimális értékei: Szentgotthárd 0,92, Szombathely 2,72 között fordulnak elő.

Mint az r_3 előjeléből látható, a szélesebesség gyakorisági eloszlása minden vizsgált esetben pozitív aszimmetriájú. A középérték és aszimmetria között a kapcsolat nem lineáris. Az esetek többségében a nagy átlagsebességekhez kicsi, a kis átlagsebességekhez nagy aszimmetria együtthatók tartoznak (2. ábra).

Kékestető átlagos szélesebesség-, szórás- és aszimmetria-értékei a többi állomásra kapott megfelelő értékektől nagyságukban igen, de jellegükben nem különböznek; az átlag és a szórás nagy, az aszimmetria együttható kis értékű.

A tárgyalt éghajlati jellemzők gyakorisági eloszlásának legfontosabb tulajdonságait a bemutatott paraméterek jól leírják, mégis a legtöbb, s a gyakorlat által leginkább igényelt információt a szélesebesség eloszlás-függvényei nyújtják.

E függvények III. táblázatban feltüntetett értékei lehetővé teszik adott valószínűségi szinthez tartozó szélesebességek meghatározását.

A táblázatban látható gyakorisági eloszlásokat a napi 8 terminushoz tartozó szélesebesség óra-átlagaiból határoztuk meg. Annak bizonyosságául, hogy az így előállított eloszlás mennyire jól szimulálja a napi 24 adatból számított gyakorisági eloszlást, két példát mutatunk be (IV. táblázat).

A szélesebesség gyakorisági eloszlása legfontosabb tulajdonságainak ismeretében kísérletet tehetünk olyan elméleti függvény kiválasztására, amelyhez az empirikus görbék jól illeszkednek.

A vizsgált, egyik oldalról korlátos pozitív aszimmetriájú szélesség-gyakorisági eloszlások eleget tesznek a *Pearson*-függvénycsalád III. típusára meghatározott egyenletnek:

$$f_{III}(x) = f_{III,0}(1 + x/l_1) a e^{p(x/l_1)} \quad (1)$$

$$\text{ahol } x = x - \hat{x}; p = (4/r_3) - 1;$$

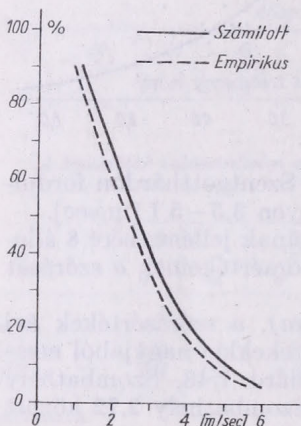
$$l_1 = \sigma(2/r_3 - r_3/2); \hat{x} = \bar{x} - (r_3\sigma/2);$$

$$f_{III,0} = (1/l_1) \cdot (p^{p+1}/e^p \Gamma^{p+1}).$$

Itt \hat{x} a módus, Γ a gamma függvényt jelöli, amely utóbbinak értékei táblázatból kikereshetők.

Mint (1)-ből látható, a görbe az l_1 pontban korlátos és középpontja az \hat{x} -ban van [4].

Az I. és II. táblázat adataiból, valamint a gamma függvénytáblázat megfelelő értékei felhasználásával rendre kiszámítottuk az adott állomásokra vo-



3. ábra: A szélesség tapasztalati úton és *Pearson III.* egyenlettel meghatározott gyakorisági eloszlása. Kecskemét, április.

natkozóan az év minden hónapjára a szélesség gyakorisági eloszlását. Az így számított eloszlásoknak a 90, 75, 50, 25, 10 és 5%-os valószínűségi szinthez tartozó értékeit a *III. táblázat*ban mutatjuk be. A tapasztalati és számított értékek összehasonlítása meggyőzően bizonyítja a *Pearson III.* egyenlet alkalmazhatóságát.

Az illeszkedés mértékének megállapítása χ^2 próbával történt [5]. A χ^2

IV. TÁBLÁZAT

A szélesség gyakorisági eloszlása napi 24, illetve napi 8 mérés alapján

	Szélesség				
	1m/mp	3m/mp	5m/mp	7m/mp	9m/mp
Január					
24 mérés	90%	27%	12%	6%	2%
8 mérés	92%	25%	11%	5%	2%
Július					
24 mérés	93%	38%	14%	6%	2%
8 mérés	92%	30%	14%	5%	2%

értéke még az egyik leggyengébb illeszkedés esetén is 8,18 (a szabadsági fok száma 11), a hozzá tartozó P értéke 0,70.

A vizsgálat során nyert eredmények a bevezetőben kitűzött cél elérésének eszközei. A szórás, az aszimmetria-együttható és a *Pearson III.* egyenlet segítségével minden olyan helyre, amelynek a havi átlagos szélsősebessége ismert, becsülhetők az óránkénti szélsősebesség gyakorisági értékei.

Állításunk bizonyítására a középérték ismeretében a szórás és az aszimmetria-együttható integrált értékeinek a *Pearson III.* egyenletre történő helyettesítésével kiszámítottuk Kecskemét áprilisi szélsősebesség-gyakorisági eloszlását. Az így nyert eloszlást összesítettük a megfelelő, tapasztalati úton meghatározott eloszlással (5. ábra). Az ábrán is látható jó illeszkedés mértékéül a $P=0,90$ -hez tartozó $\chi^2=2,84$ -et (szabadsági fok = 7) kaptuk. Ez a közelítés a gyakorlati felhasználásnál is kielégítő pontosságú.

IRODALOM

- [1] *Bacsó Nándor*: Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1959.
 - [2] Magyarország Éghajlati Atlasza II. kötet: Adattár. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
 - [3] *Péczely György*: A szélsősebesség valószínűségi eloszlásfüggvényének közvetett meghatározása. *Időjárás*, 69. év. 105. o. Budapest, 1965.
 - [4] *Mitropolszkij, A. K.*: *Tyehnika sztatiszticheszkijh vücsiszlenyj.* Fizmatgiz. Moszkva, 1961.
 - [5] *Taubenheim, J.*: *Statistische Auswertung geophysikalischer und meteorologischer Daten* Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1969.
-

Időjárási és növényfiziológiai tényezők hatása az evapotranspirációra

ENDRŐDI GABRIELLA, Központi Légtérfizikai Intézet, Budapest

The Role of Climatic and Phyto-Physiological Factors in Evapotranspiration. The study gives an evaporation model containing a so called surface or plant resistance factor and presents some methods for the calculation of the surface resistance of plants. The surface resistance as function of the height of plants and moisture of the soil is examined in more details in the case of lucern. The aim of the examination is to get a firm knowledge of the connection between surface resistance and deficit of humidity in order to maintain plant resistance being a very important factor in the circulation of water vapour and carbon dioxide.

*

Влияние метеорологических и физиологических факторов на суммарное испарение. Описывается модель, содержащая так назыв. поверхностный фактор, или фактор сопротивления растений и предлагаются некоторые методы для вычисления поверхностного сопротивления растительных культур. Автор подробно анализировал зависимость поверхностного сопротивления люцерны от высоты растений и влажности почвы. Целью проведенных исследований было выявление связи поверхностного сопротивления с дефицитом влажности для обеспечения питания растений, с точки зрения обмена как водяным паром, так и двуокисью углерода.

*

A növényzettel borított felszín vízvesztésének, az evapotranspirációnak a meghatározására szolgáló módszerek jelentős része a meteorológiai, időjárási tényezőkön kívül növényfiziológiai paramétereket is tartalmaz.

A tulajdonságok cseréje a növény és a környezete között leírható a

$$\text{fluxus} = \frac{\text{potenciálkülönbség}}{\text{ellenállás}}$$

típusú alapegyenlettel, amelyben a növény–levegő rendszer potenciálját a hőmérséklet, vízgőz, széndioxid stb. koncentrációja adja (Evans, 1962). Rendszerint különbséget tesznek a rendszer aerodinamikai tulajdonságait leíró ún. „külső” és a fiziológiai tulajdonságokhoz kapcsolódó „belső” ellenállás között.

Az ellenállás fogalmát a növényfiziológiába Brown és Escombe (Evans, 1962) vezette be az 1900-as évek elején, és azóta számos szakember vizsgálta a külső és belső ellenállás kapcsolatát a környezeti tényezőkkel, valamint meghatározásuk módját (Gaastra, 1959; Milthorpe and Penman, 1967; Monteith, 1965; Monteith et al., 1965; Rijtema, 1965). Penman és Schofield volt az első, aki az ellenállásokat egy transpirációs modellbe foglalta (Penman and Schofield, 1951); képletükben egy nappalhossz faktor és egy sztomatikus faktor szerepel:

$$ET = \frac{(\Delta/\gamma)R + f(u) \cdot \Delta e}{\Delta/\gamma + 1/S \cdot D}, \quad (S \cdot D) < 1 \quad (1)$$

A betűk jelentése: ET – evapotranspiráció; Δ – a telítési gőznyomás görbéjének hajlása; γ – a pszichrometrikus állandó; $f(u)$ – a szélfüggvény, amely rendszerint $f(u) = b(a+u)$ alakú, ahol a és b mérések alapján meghatározott állandók, u pedig a szélesség; Δe – a levegő telítési hiánya (a mindenkori hőmérsékleten); S – a sztomatikus, D – pedig a nappalhossz faktor. Az (1) összefüggés tulajdonképpen az

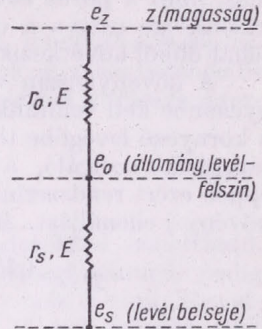
$$ET_p = f \cdot E_0 \quad (2)$$

kifejezésben — amely a növényállományok potenciális evapotranspirációját, ET -t, a szabad vízfelszín E - párolgásából számítja —, szereplő „ f ” faktor növényfiziológiai és fizikai kifejtését adja.

Ismeretes továbbá, hogy a növényállományok tényleges evapotranspirációjának egyik, viszonylag könnyű meghatározási módja a potenciális evapotranspirációval való, látszólag egyszerű kapcsolaton alapul, mégpedig

$$ET = k \cdot ET_p \quad (3)$$

formában, ahol k az ún. növényfaktor, dimenzió nélküli koefficiens; tulajdonképpen különböző tényezők együttes hatását képviseli (Kozłowski, 1968).



1. ábra: Ellenállások segítségével leírt párolgási modell

E tényezők: a talajból a párologtató felszínhez történő vízszállítással szembeni ellenállás, a párologtató felszínről a lamináris határretegen keresztül történő vízgőz-diffúzióra vonatkozó ellenállás és a szabad légkörbe történő turbulens átvitelhez kapcsolódó ellenállás. A (3) alapján következik, hogy az evapotranspiráció változik a tenyészidőszak során a potenciális evapotranspirációt meghatározó meteorológiai viszonyoktól függően, és jelentősen befolyásolják a növényállomány állapotához, fiziológiai paraméterekhez kapcsolódó sajátosságok is.

A növényzetről, pontosabban a levelekről történő vízgőz-diffúziót az ellenállások segítségével több kutató a következőképpen írta le egy egyszerű modellben (1. ábra, Kozłowski, 1968). A párologtató felszínről eltávozó vízmennyiség, azaz a transpiráció, E , arányos a felszínen és egy z magasságban (a párologtató felszín fölött) levő páranomás különbségével, $(e_0 - e_z)$ -vel, és fordítva arányos a tulajdonságcsere befolyásoló külső vagy aerodinamikai ellenállással, azaz

$$E = c_1 \frac{e_0 - e_z}{r_a} \quad (4)$$

összefüggés írható fel. Az aerodinamikai ellenállás pedig az

$$r_a = \frac{\left[\ln \left(\frac{z-d}{z_0} \right) \right]^2}{k^2 u} \quad [\text{sec cm}^{-1}] \quad (5)$$

kapcsolatból a k — Kármán-konstans, a z — állomány fölötti megfigyelési szint — amelyhez tartozó e_z páranomás szerepel a (4) egyenletben —, valamint az állomány magasságától és sűrűségétől függő d — nullponteltolódás és z_0 — érdességi paraméter ismeretében számítható ki.

A transpiráció meghatározásakor nemcsak a (4) figyelembevétele szükséges, hanem a leveleken belül a vizet tartalmazó sejtekből, illetve a sztómák alatti üregekből a levélfelszínhez történő diffúzió ismerete is. Ezt a diffúziót a levélhőmérsékletnek megfelelő e_s telítési gőznyomás, és a külső levélfelületen levő e_o gőznyomás különbsége tartja fenn (lásd 1. ábra), azaz

$$E = c_2 \frac{e_s - e_o}{r_s} \quad (6)$$

ahol r_s a *belső diffúziós*, vagy állományra vonatkozóan a *felszíni ellenállás*. A (4) és (6) kifejezésben a c_1 és c_2 arányossági tényezők.

Egyetlen sztómát, gázcserenyílást tekintve, a *belső diffúziós ellenállás* nem más, mint a pórus két vége közötti, $[g/cm^3]$ -ben kifejezett vízgőz-koncentráció különbsége osztva a diffúzió mértékével, amit $[g/cm^2 \cdot sec]$ -ban fejezünk ki; tehát ebből következik, hogy az r_s dimenziója $[sec/cm]$.

A növényfelszín vízvesztésében nyilvánvalóan mindkét folyamatot figyelembe kell vennünk, azaz mind a levél belsejéből a felszínhez, mind onnan a környező levegőbe történő vízgőz-diffúziót, vízgőzcserét. A párolgás meghatározására szolgáló, a *Penman*-képlethez hasonló, kombinációs formulákban éppen ezért rendszerint megtaláljuk a külső, aerodinamikai és a felszíni (vagy növény-) ellenállást. *Monteith* a párolgást az

$$E = \frac{(\Delta/L)(R-G) + \rho c (e_s - e) (1/r_a)}{\Delta + \gamma [1 + (r_s/r_a)]} \quad [mm] \quad (7)$$

formában (*Monteith*, 1965) és *Rijtema* az

$$E = \frac{(\Delta H_{nt}/L) + f(z_o, d) \cdot u(e_s - e)}{\Delta + \gamma [1 + f(z_o, d) \cdot u R_c]} \quad [mm] \quad (8)$$

alakban adja meg (*Rijtema*, 1965).

A (7) és (8) képletben a betűk jelentése a következő: H_{nt} és R – a sugárzási egyenleg; Δ – a telítési gőznyomás görbéjének hajlása; L – a párolgási hő; G – a talajhőforgalom; $\rho \cdot c$ – a levegő hőkapacitása; $(e_s - e)$ – a levegő telítési hiánya; r_a – a külső, aerodinamikai ellenállása; r_s – a felszíni (vagy növény-) ellenállás; u – az állomány fölött (rendszerint 2 m-ben) mért szélesség; $f(z_o, d)$ – függvény, amelynek értéke az egyes állományokra a z_o érdességi paraméter és a d nullponteltolódás, valamint a szélesség ismeretében meghatározható. Az érdességi paraméter és a nullponteltolódás azonos növénymagasság mellett is jelentősen változik a szélesség függvényében (*Szeicz et al*, 1969); R_c – a növényellenállás.

A (7) és (8) formula használatához szükséges az ellenállások ismerete, így felmerül a növényellenállás meghatározásának módja. Kézenfekvő első lépésként annak vizsgálata, hogy milyen környezeti, meteorológiai és talajtani tényezők befolyásolják a felszíni ellenállás szempontjából lényeges sztóma-nyitottságot, amely alapvetően meghatározza a pórusokon keresztül történő vízgőz-, ill. vízvesztéséget, majd következnie kell a mérési és számítási módszerek kidolgozásának.

A növényellenállás meghatározható laboratóriumban, a sztómák száma és mérete alapján, vagy porométer segítségével, amely szabadföldi kísérleteknél is alkalmazható (*Monteith, et al*. 1965). A meteorológusnak azonban nem feladata az egyes levelek vagy növényegyedek vízfogyasztásának vizsgálata, hanem a növényállományok vízfelhasználásának meghatározására törekszik.

Ennélfogva bennünket nem az egyes levelek belső ellenállása érdekel, hanem az állomány felszíni ellenállása, amely úgy tekinthető, mint az egyes levelek párhuzamosan kapcsolt ellenállásainak eredője (*Monteith*, 1965).

Az r_s felszíni ellenállás függ mindazon tényezőktől, amelyek a sztómák állapotát befolyásolják, így a talajnedvességtől, a fényviszonyoktól, változik továbbá az állomány fejlettségével, illetve a levélfelülettel, a növények sűrűségével, a talaj borítottságával és természetesen a növények korával, azaz a sejtek öregedésével. Mindebből az következik, hogy korántsem könnyű az r_s meghatározása növényállományra vonatkozóan, és korántsem nyerhetünk megbízható értékeket csupán egyes leveleken végzett mérések alapján. A következőkben bemutatunk néhány olyan eljárást a növényellenállás meghatározására, amelyek alkalmazhatók különböző növényállományok esetében (*Szeicz and Long*, 1970).

Azokkal a módszerekkel foglalkozunk itt elsősorban, amelyek a meteorológiai elemek mért értékeihez kapcsolódnak. Ezen eljárások egyike a potenciális és tényleges párolgás arányán alapul (az r_s -t a (7) egyenletből kifejezve nyerjük):

$$r_s = r_a \left(1 + \frac{\Delta}{\gamma} \right) \cdot \left(\frac{ET_p}{E} - 1 \right) \quad [\text{sec. cm}^{-1}] \quad (9)$$

Az ET_p potenciális evapotranspiráció meteorológiai adatokból számítható, akár (7)-ből, ha abban $r_s = 0$ -t helyettesítünk, az E tényleges párolgás pedig meghatározható például a vízháztartás egyenletéből vagy más módon, közvetlenül méréssel. A külső (aerodinamikai) ellenállást az (5)-ből számíthatjuk a szükséges mennyiségek ismeretében. A belső, növényellenállásra vonatkozó (9) formula előnye, hogy használható az r_s rövid időszakokra, akár órákra vonatkozó értékeinek előállítására is.

A másik, ugyancsak az r_s napi menetének nyomon követésére alkalmas eljárás az ún. profil-módszer. A (6)-nak megfelelően, növényállományra felírhatjuk, hogy

$$r_s = \frac{qc}{\gamma} \cdot \frac{e_s(T_o) - e_o}{LE} \quad [\text{sec/cm}] \quad (10)$$

ahol $e_s(T_o)$ – az állomány felszínhőmérsékletéhez tartozó telítési gőznyomás, e_o – az állomány felszínén a tényleges párnymomás. A (10) alkalmazásához az állomány fölött több szintben mérnünk kell a léghőmérsékletet és a párnymódot, azaz profilmérések szükségesek. Általában elegendőnek látszik, hogy a hőmérséklet- és nedvességprofilat az $u=0$, azaz nulla szélsőesség szintjére extrapoláljuk, és így nyerjük az állomány felszínére vonatkozó T_o , e_o értékeket. A profil-módszer használatához azonban ismernünk kell a latens hőforgalmat, azaz LE -t. Ennek értékéhez úgy juthatunk, ha *Bowen*-arányal számítjuk az állomány párolgását.

Hosszabb periódus, főként a tenyészidőszak folyamán az r_s alakulásának vizsgálatára alkalmas *Monteith* empirikus kifejezése (*Monteith*, 1965):

$$\log r_s = 1,40 - 2 \left[LE / (R - G) \right] \quad (11)$$

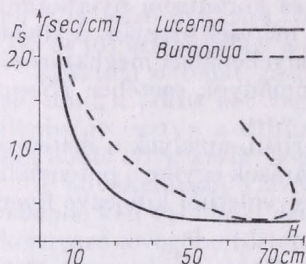
Ez a (11) összefüggés használható, ha az energiaháztartásnak nincs jelentős advektív összetevője, és ekkor valóban alkalmasnak tűnik arra, hogy egy-egy periódusra megadja az r_s átlagos értékét.

A felszíni ellenállás kiszámítására az egyes leveleken mért ellenállás-értékek (r_l) is használhatók, ha egyidejűleg a levélfelület mérése útján rendelkez-

zésre áll a levélfelület-index (LAI). Az összefüggés a következő formában írható fel:

$$r_s = \frac{r_l}{LAI} \quad [\text{sec/cm}] \quad (12)$$

Az r_l mérésére alkalmas a porométer (*Bierhuizen and Slatyer, 1964*), és a levélfelület mérésére ugyancsak rendelkezésre állnak különböző módszerek.



2. ábra: A felszíni ellenállás (r_s) burgonya- és lucernaállomány esetében a növénymagasság (H) függvényében

A felszíni ellenállás nemcsak a (9)–(12) képletek alapján határozható meg, hanem egyes tényezők, mégpedig a fényintenzitás, a talajnedvesség és a talajborítottság, és a növényellenállás kapcsolatából is (*Gaastra, 1959; Rijtema, 1965*). Az r_s meghatározásának ez a módja, azaz a befolyásoló tényezők függvényében külön-külön ábrázolva *Rijtema*-nál található, aki a (8) egyenletben szereplő R_c -t három részellenállás összegére bontja:

$$R_c = R_c^f + R_c^t + R_c^v \quad (13)$$

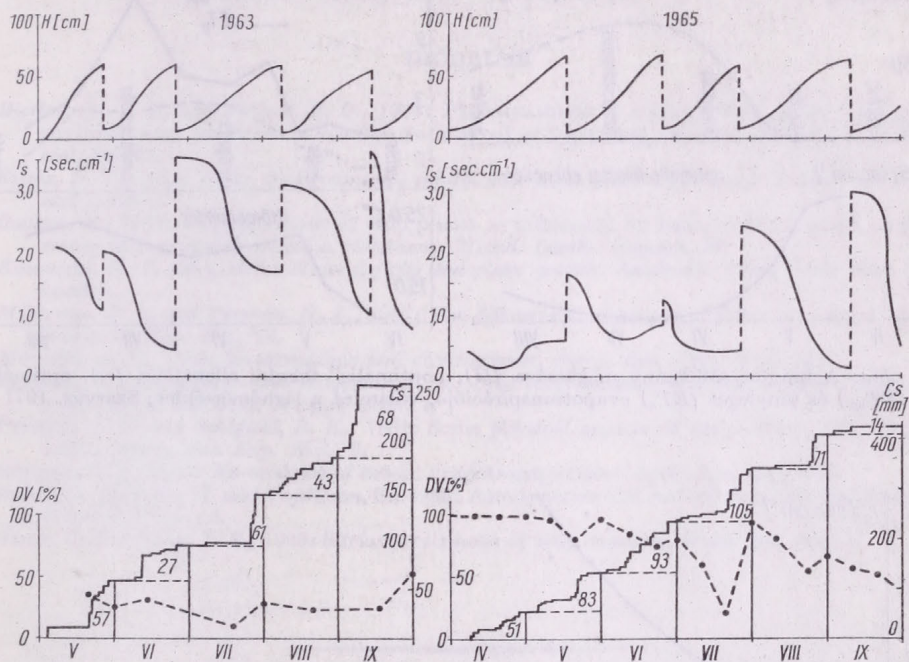
ahol R_c^f – a fényintenzitástól, R_c^t – a talajborítottságtól és R_c^v a talajnedvességtől függő ellenállás komponensek. *Rijtema* idézett ábrája nem tartalmazza az R_c^v és a talajnedvesség kapcsolatát, mivel ez jelentős mértékben függ a talajtípustól és a növényfajtától is; továbbá az ellenállás-értékek [hgmm, nap, mm] dimenzióban vannak feltüntetve, azonban átszámíthatók a szokásosabb [sec cm]-re.

A jelen tanulmány keretében bemutatunk néhány számítási eredményt a felszíni ellenállásra, az előzőekben ismertetett módszerek alapján. A 2. ábrán a lucerna és a burgonya r_s értékei szerepelnek a növénymagasság függvényében, a (12) formulával számítva. Kiindulási értéként $r_s = 1,0$ sec/cm és $LAI = 1$ szerepelt; a burgonyánál az r_s értékét változtattuk a sejtek előregedése, a levelek elszáradása miatt. Jól látható, hogyan növekszik az ellenállás az érés előrehaladtával. A burgonyaállománynál az ábrán ugyanazon növénymagassághoz két különböző ellenállásérték tartozik. Ennek oka a következő: ismeretes, hogy a burgonya érésének előrehaladtával a szár nedvdús állapota csökken és a növény „megroggyan”, magassága kisebb lesz. Ugyanakkor a sejtek öregedése folytán a vízgőz diffúziója lassabban történik, nagyobb r_s érték vonatkozik akár egy-egy levélre, akár az egész állományra. A 2. ábra tehát magában foglalja tulajdonképpen az állomány fejlődésének menetét, a keléstől az érésig.

A 3. ábrán a lucernának a (11) összefüggésből számított felszíni ellenállása szerepel, mégpedig dekádonként, a szarvasi agrometeorológiai kutatóállomáson végzett megfigyelések alapján. Véleményünk szerint a (11) összefüggés elfogadható értékeket szolgáltatott, különösen az 1965-ös tenyészidőszakban, amely rendkívül csapadékos volt, s advekcio nem okozhatott torzulást az eredmé-

nyekben. A változások okainak vizsgálata végett feltüntettük az ábrákon az állomány magasságát (H), a lehullott csapadék mennyiségét (C_s), pontosabban halmozott összegét, valamint a talajnedvesség-mérésekből a diszponibilis vízkészletet %-ban kifejezve (a függőleges szaggatott vonal a kaszálások miatti ugrásszerű változást jelzi).

Megállapíthatjuk, hogy a lucerna, mint kaszásnövény, nagyon előnyös állomány az ellenállás menetének vizsgálata szempontjából, mivel kaszálástól



3. ábra: A növénymagasság (H), a felszíni ellenállás (r_s), a csapadék (C_s) és a hasznosítható vízkészlet (DV) lucernaállomány esetében; Szarvas, 1963- és 1965-ben

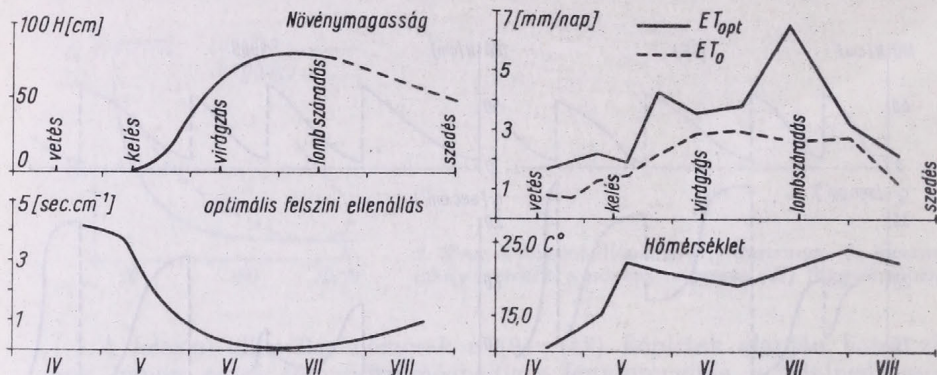
kaszálásig aktívan növekedik, sűrű zöld állományt alkot, és érés, számottevő előregedés nem zavarja meg az r_s alakulását. Következésképpen a kaszálás miatti ugrásszerű változást nem tekintve, az ellenállás tulajdonképpen a talaj nedvesség-ellátottságától függ.

A bemutatott 1963-as és 1965-ös két tenyészidőszak csapadékviszonyai jelentősen eltérnek, így igen jól kitűnik a nedvesség szerepe a felszíni ellenállás értékeiben. 1963 nyara csapadékszegény volt, ennek tulajdonítható az r_s magas értéke. Az 1965-ös periódus, különösen az első két hónap csapadékos jellege tükröződik abban, hogy az r_s a $2 \text{ sec}\cdot\text{cm}^{-1}$ értéket még a kaszálás idején sem érte el, csupán az időszak vége felé növekedett némileg, a nedvesség-ellátottságnak megfelelően.

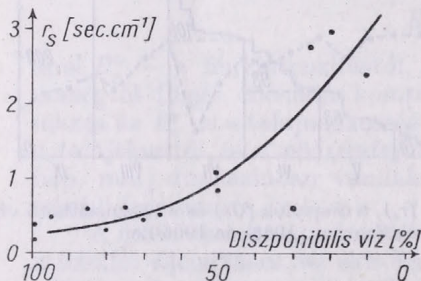
A növényellenállásnak a (13) formula szerinti felbontását szem előtt tartva nyilvánvaló, ha a talajnedvesség állandóan optimálisan magas, az ellenállás még mindig jelentősen változhat az állomány fejlettségétől, illetve a felszínborítottságtól függően, valamint szerepe van a fényintenzitásnak is. A burgyonyaállományra meghatároztuk a felszíni ellenállást az 1971-es tenyészidőszak-

ban, feltételezve, hogy a nedvességtől függő ellenállás-komponens zérus (4. ábra). A gyakorlatban ez az állandóan nedvesen tartott, öntözött állományra jellemző (illetve a csapadék-ellátottság mértékében bármely növényzetre).

A felszíni ellenállás ismerete nem csupán az r_s -t tartalmazó párolgási formulák alkalmazása során szükséges, hanem abból a szempontból is fontos, hogy elősegíti az evapotranspiráció optimális jellegének megítélését. Ehhez a felszíni ellenállás és a talajnedvesség-hiány kapcsolatának feltárása szükséges



4. ábra: A burgonyaállomány magassága (H), „optimalis” felszíni ellenállása (r_s), optimalis (ET_{opt}) és tényleges (ET_o) evapotranspirációja, valamint a léghőmérséklet; Szarvas, 1971



5. ábra: Lucernaállomány felszíni ellenállása (r_s) és a hasznos (diszponibilis) vízkészlet kapcsolata

(Szeicz and Long, 1970). Az 5. ábrán feltüntettük a diszponibilis vízkészlet és a felszíni ellenállás értékeit lucernaállományra az 1963–1965 közti három tenyészidőszak adatai alapján. Ezt az összefüggést még csak tájékoztató jellegűnek tekintjük, további részletes fölmérések és konkrét mérések szükségesek megbízható kapcsolat feltárására. Az ilyen jellegű összefüggésekből azonban adott növényállománynál megállapítható, melyik az a talajnedvességszint (nedvesség-hiány), amelyhez magas r_s érték tartozik, mégpedig olyan ellenállás, amely a vízgőzdiffúziót és az ugyancsak a sztómákon keresztül történő széndioxid-cserét korlátozza. A talajból a növények számára felvehető vízmennyiség jelentősen meghatározza a levélsejtek telítettségének mértékét, ezen keresztül a gázcserenyílások állapotát. Következésképpen a nedvesség-ellátottság, a felszíni ellenállás nemcsak a transpiráció, hanem a fotoszintézis szempontjából is fontos. A potenciális és tényleges fotoszintézis meghatározási módszerei általában tartalmazzák a növényellenállást.

A fotoszintézis útján előállított szárazanyag mennyiségének és a párolgás általi vízvesztésének az aránya adja meg, hogyan hasznosítja egy növény-állomány a rendelkezésére álló vízkészletet, különböző környezeti feltételek között. A felszíni ellenállás és a nedvesség-ellátottság kapcsolatának megállapítása a különböző növényfajokra, módot nyújt a helyes vízgazdálkodás kialakítására. Az összefüggésekből kitűnik, milyen talajnedvesség-hiány esetén, ill. milyen ellenálláskor tekinthető optimálisnak a transpiráció és a fotoszintézis folyamata; e kettő ui. meghatározó a végső termés kialakításában.

IRODALOM

- Bierhuizen, J. F. and Slatyer, R. O., 1964: Photosynthesis of cotton leaves under a range of environmental condition in relation to internal and external diffusive resistance. *Aust. J. biol. Sci.* 17.
- Evans, L. T. (ed.), 1963: *Environmental control and plant growth*. Academic Press, New York and London.
- Gaastra, P., 1959: Photosynthesis of crop plants as influenced by light, carbondioxyde, temperature and stomatal diffusion resistance. *Meded. Landb. Hogesch.* 59.
- Kozłowski, T. T. (ed.), 1968: *Water deficits and plant growth*. Academic Press, New York and London.
- Milthorpe, F. L. and Penman, H. L., 1967: The diffusive conductivity of the stomata of wheat leaves. *J. Exp. Bot.*, 18.
- Monteith, J. L., 1965: Evaporations and environment. *Symp. Soc. Exp. Biol.*, 19.
- Monteith, J. L., Szeicz, G. and Waggoner, P. E., 1965: The measurement and control of stomatal resistance in the field. *J. appl. Ecol.*, 2.
- Penman, J. L. and Schofield, R. K., 1951: Some physical aspects of assimilation and transpiration. *Symp. Soc. Exp. Biol.*, 5.
- Rijtema, P. E., 1965: An analysis of actual evapotranspiration. *Agric. Res. Rep.*, 659.
- Szeicz, G., Endrődi, G. and Tajchman, S., 1969: Aerodynamic and surface factors in evaporation. *Water Res. Res.*, 5.
- Szeicz, G. and Long, I. F., 1969: Surface resistance of crop canopies. *Water Res. Res.*, 5.
-

A növények radioaktív szennyezettsége és a csapadékmennyiség közötti összefüggés

SZABÓ ANDRÁS és BENDE EDE, Megyei Élelmiszerellenőrző és Vegyvizsgáló Intézet, Győr

Connection between the Radioactive Filthiness of the Plants and the Amount of Precipitation. The correlation between the yearly amount of precipitation and the Sr-90+Y-90 activity of the vegetables and fodder-plants was examined in the paper referring to the period between 1968 and 1973 in Győr, Mosonmagyaróvár and Sopron. Five correlation coefficients were calculated the value of which were 0.80, 0.78, 0.41, and 0.31; in one case no correlation coefficient could be found.

*

Зависимость загрязнения растений радиоактивными веществами от количества атмосферных осадков. Авторы изучали корреляцию активности Sr-90 + Y-90 в овощах и кормовых растениях с годовым количеством осадков за период с 1968 по 1973 гг. в районе городов Дьёр, Мошонмадьяр-овар и Шопрон. Коэффициенты корреляции были вычислены в пяти случаях и их величины равны 0,80; 0,78; 0,41 и 0,31. В одном из случаев не была обнаружена корреляция.

*

Környezetünk egyre fokozódó szennyeződése napjaink egyik legfontosabb, világméretű problémája. A környezetvédelem feladata nemcsak a leggyakrabban emlegetett víz-, talaj- és levegőtisztaság-védelem, valamint a zajártalmak csökkentése és a megfelelő hulladékgazdálkodás, hanem a szennyeződött élelmiszerek fogyasztása következtében létrejövő károsodások megelőzése is. Ez utóbbi tevékenységbe az egyre gyakrabban alkalmazott toxikológiai mérések (pl. peszticidek, higany- és ólomtartalom meghatározása stb.) mellett a radiológiai jellegű vizsgálatok is beletartoznak.

Az atomenergia felhasználásának következtében Földünk felszínén jelentős mérvű sugárzó anyag megjelenésével és felhalmozódásával kell számolnunk. *Csupka* [1] számításai alapján, ha nem kerül több szennyező aktív izotóp a környezetbe, 2000-ben a tej Sr-90 szennyezettsége még mindig a jelenlegi értéknek 30–80%-a lesz.

A környezetet szennyező mesterséges radioaktív izotópok jelenléte két forrásra vezethető vissza: a nukleáris robbantásokra és az atomenergia békés célokra történő felhasználására. Így például a légkör tartós sugárszennyezettségét okozó izotópok közül a Kr-85 jelenléte egyértelműen a reaktor-fűtőelemek feldolgozásának, míg az Sr-90, Cs-137 stb. jelenléte a nukleáris robbantásoknak tulajdonítható [2].

Bár az utóbbi években a földfelszín radioaktív szennyezettsége csökkenő tendenciát mutat (1963 – moszkvai atomcsend-egyezmény), a kínai és francia atomrobbantások újabb kontaminációt okoznak [3]. Itt jegyezzük meg, hogy a kontaminációs maximum Európában 1962–1963–1964-ben volt [4].

A mérés célja

Vizsgálataink során a különböző növények Sr-90+Y-90 tartalma és a csapadékmennyiség közötti korreláció mértékét igyekeztünk földeríteni.

A módszer elve

Mivel a földfelület mesterséges izotópokkal való szennyezettségét elsősorban a sztratoszférából a területre nedves ülepedéssel (*rain out* és *wash out*)

jutó sugárzó anyag mennyisége befolyásolja [5], feltételeztük, hogy lineáris összefüggés van a radioaktív kontamináció és a területre hulló csapadék mennyisége között.

Simon megállapítása szerint [6] a mesterséges radioaktív kontamináció 80–90%-át a csapadékkal földre hulló sugárzó izotópok okozzák, tehát a csapadékmentes időben egyszerű gravitációs kiszóródással (*fall out*) földre hulló aktív anyagok mennyisége egy nagyságrenddel kisebb, mint a csapadék által okozott kontamináció. Tehát felírható a következő képlet:

$$Y = k \cdot X$$

ahol Y a terület fajlagos sugárszennyezettsége nCi/m²-ben, X a csapadék mennyisége mm-ben.

Így a k konstans dimenziója [nCi/m²·mm], abszolút értéke pedig a földrajzi hely függvénye. Az északi féltekén például a radioaktív kontamináció jóval nagyobb mérvű, mint a délin, a kontamináció maximuma pedig a 40–60. földrajzi szélességi fok közé esik [7]. Megjegyezzük, hogy a talaj fajlagos aktivitását szokás [nCi/kg]-ban is megadni, ebben az esetben a k konstans számértéke és dimenziója természetesen megváltozik.

Méréseink során az 1968–1973 közötti időben rendszeresen vizsgáltuk a különböző növények Sr-90 + Y-90 tartalmát, s az így nyert aktivitási értékek és az évi csapadékmennyiség közötti korrelációs együtthatók értékeit határoztuk meg. A csapadék mennyiségi adatait a győri meteorológiai állomás bocsátotta rendelkezésünkre.

Eredmények

Radiológiai laboratóriumunk az Országos Sugárfigyelő Hálózat munkájába bekapcsolódva 1968 óta rendszeresen végzi Győr-Sopron és Komárom megye területén a főzeléknövények, tej, takarmányok, csontok és halak radiológiai vizsgálatát. A főzeléknövényeket (sóska, spenót, saláta) tavasszal és ősszel, a tejet és takarmányokat havonta, a különböző csontokat (borjú, juh, növénydékmarha stb.) és a halakat negyedévenként vizsgáljuk.

A mintákat beszáritás után izzítókemencében kb. 10 órán át 500 C°-on tartva hamvasztjuk el. A méréseket a hamukból kiindulva, a különböző izotópok kémiai elválasztása után egy NZ-102 típusú univerzális ólomtoronyban elhelyezett halogéntöltésű GM-csőves detektorból és egy NK-108 típusú automatikus energiaszelektív számlálóból álló mérőberendezéssel mérjük. A GM-cső ablakvastagsága 1,35 mg/cm², a munkapontja pedig 560 V volt. Megemlítjük, hogy ha a szennyeződés jellegének és mértékének gyors meghatározása szükséges, akkor gamma spektrometriás módszer alkalmazása célszerű; így ugyanis a mérés az egyes izotópok előzetes kémiai elválasztása nélkül is lehetséges [8]. Természetesen a tiszta β -sugárzó Sr-90 így nem mérhető, viszont pl. a K-40, a Cs-137 meghatározható.

Az I. táblázatban Győr, Mosonmagyaróvár és Sopron területére adjuk meg a főzeléknövények és a takarmányminták évi átlagos aktivitási értékét és az évi csapadékmennyiségeket. A takarmányokat csak Győrött és Mosonmagyaróvárott vizsgáltuk, így Sopronra vonatkozóan nincs összehasonlítható adatunk. A mérési eredmények megbízhatósága – az aktivitásmérés standard deviációja következtében – a 3×50 perc mérési időt alapul véve átlagosan ±3%.

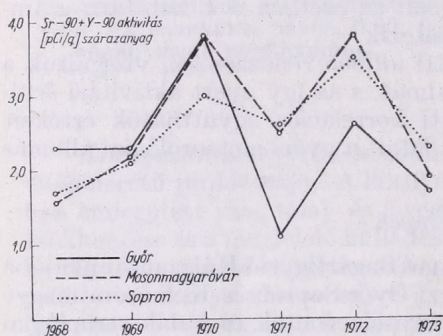
Feltételezve, hogy a két valószínűségi változó (a csapadék mennyisége és az Sr-90 + Y-90 aktivitás) között fennálló összefüggés első fokú, kiszámítottuk a korrelációs együtthatók értékeit. A számítást a következő képlet segítségével végeztük [9]:

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \cdot \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

ahol:

- x_i az évi csapadékmennyiség mm-ben,
 y_i az I. táblázat szerinti aktivitási adatok,
 n az évek száma, jelen esetben $n=6$.

A számítások szerint a főzeléknövények mért aktivitási adatai alapján Győrben $R=0,78$, Sopronban $R=0,41$, míg Mosonmagyaróvár esetében nem volt kimutatható korreláció a csapadékmennyiség és a nukleáris kísérletekből származó, a mesterséges radioaktív szennyeződést reprezentáló Sr-90 + Y-90 aktivitása között.



1. ábra: A főzeléknövények átlagos Sr-90 + Y-90 aktivitásainak alakulása 1968—1973 között

Ugyanígy a takarmányok aktivitási szintjeit figyelembe véve, Győr esetében R értékét 0,80-nak, Mosonmagyaróvárra vonatkozóan 0,31-nek találtuk.

A számított korrelációs koefficiensek statisztikai próbáját elvégezve, — azt megállapítva, hogy a korrelációs együttható szignifikánsan eltér-e nullától —, azt kaptuk, hogy 6 adatpárnál $FG=n-2=4$ szabadsági fok esetén $P=10\%$ -os valószínűségi szinten $R_{krit}=0,729$. Tehát 90%-os biztonsággal bizonyítottnak tekinthető, hogy a győri főzeléknövény- és takarmányminták esetében a fajlagos aktivitás és a csapadék mennyisége között lineáris összefüggés van, mivel R értéke szignifikánsan különbözik nullától.

Az 1. ábrán a főzeléknövények átlagos Sr-90 + Y-90 aktivitásainak alakulását mutatjuk be. Itt a fajlagos aktivitási értékek nem 1 g Ca-ra, hanem 1 g szárazanyagra vonatkoztattuk. Az ábrán jól látható, hogy a két kontaminációs maximum mindhárom esetben 1970. és 1972., s ez egyértelműen elsősorban a csapadékosabb időjárásnak tulajdonítható.

Az ország különböző tájegységein a talajok [10] és a növények [11, 12] radioaktivitását mérve az tapasztalható, hogy a legszennyezettebb terület a Dunántúl, míg a Tiszántúlon közepes, a Duna—Tisza közén pedig a legkisebb mérvű a kontamináció. Ez pedig ugyancsak főleg az eltérő csapadékmennyiség-hozható összefüggésbe.

Megjegyezzük, hogy a növények mesterséges radioaktív szennyezettiségre utaló Sr-90 + Y-90 aktivitás mintegy egy nagyságrenddel kisebb, mint az összaktivitás, tehát az aktivitás döntő részét a minta káliumtartalmából adódó

I. TÁBLÁZAT

Az évi csapadékmennyiség és a főzelék-, valamint a takarmánynövények átlagos Sr-90+Y-90 aktivitásértékei [pCi/g Ca] Győrben, Mosonmagyaróváron és Sopronban

Év	G y ő r			Mosonmagyaróvár			S o p r o n	
	Csapa- dék [mm]	Aktivitás		Csapa- dék [mm]	Aktivitás		Csapa- dék [mm]	Akt. Főzelék- növény.
		Főzelék- növény.	Takarm. n.		Főzelék- növény.	Takarm. n.		
1968	498	119,4	162,7	567	75,7	182,7	600	106,7
1969	549	98,1	123,5	622	89,3	94,0	742	103,6
1970	575	251,3	327,2	570	214,0	271,4	711	194,4
1971	458	68,9	90,3	455	179,0	100,0	499	156,8
1972	583	184,2	454,9	583	264,5	212,0	734	324,2
1973	524	155,3	159,7	467	141,0	140,9	531	128,6

természetes K-40 izotóp aktivitása képezi. Így pl. Győr-Sopron megyében 1968-1973 között a sóska átlagos radioaktivitási adatai 1 g szárazanyagra vonatkozóan így alakultak: összaktivitás=44,2 pCi, K-40 aktivitás=38,1 pCi, Sr-90+Y-90 aktivitás=2,5 pCi.

Vizsgálati eredményeinket összefoglalva, elmondhatjuk, hogy méréseink megerősítik azt a fölismerést, miszerint a sztratoszférából a földre hulló radioaktív anyagok mennyiségét elsősorban a csapadék mennyisége befolyásolja [13], mivel mérési adataink és a csapadék mennyisége között a korrelációs együtthatók értékével jellemezhető erősségű összefüggést találtunk.

IRODALOM

- [1] Csupka, S.: Kernenergie, 13, 391, 1970.
- [2] Csongor É.: Izotóptechnika, 16, 96, 1973.
- [3] Miserez, A.: Mitt. Lebensmitt. Hyg., 63, 321, 1972.
- [4] Kovács J.: Izotóptechnika, 15, 85, 1972.
- [5] Simon A.: Időjárás, 69, 168, 1965.
- [6] Simon A.: Időjárás, 68, 151, 1964.
- [7] Eisenbund, M.: Environmental Radioactivity. Pergamon Press, London, 1963.
- [8] Kovács M., Beleznay F.-né, Andrásiné A., Erdélyvári I.: Izotóptechnika, 16, 84, 1973.
- [9] Felix, M., Bláha, K.: Matematikai statisztika a vegyiparban. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
- [10] Török I., Kovács J.: Izotóptechnika, 16, 21, 1973.
- [11] Kovács J.: Élelmiszervizsgáló Közlemények, 18, 57, 1972.
- [12] Kovács J.: Élelmiszervizsgáló Közlemények, 19, 11, 1973.
- [13] Mészáros E., Simon A.: Időjárás, 71, 86, 1967.

Operatív transzformációs képletek a térképvetületeknek objektív diagnosztikai és prognosztikai felhasználásához

OZORAI ZOLTÁN, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

Operative Formulas for the Transformations of the Map-projections Used in Objective Diagnostic and Prognostic Methods. Immediately usable formulas of transformation are given for the applications of cone map-projection and prognostic methods. The published values of the coefficients refer to grid length of 100 km.

*

Формулы оперативной трансформации для использования проекций карт при объективной диагностике и прогностике. Описываются формулы, непосредственно используемые для трансформации конической и стереографической полярной проекций карт в методах объективной диагностики и прогностике. Приведенные численные величины коэффициентов действительны для решетки с расстоянием 100 км.

*

Nemrég megjelent cikkünkben [1] részletes geometriai megfontolásokkal általános érvényű transzformációs egyenleteket vezettünk le. Segítségükkel meg akartuk könnyíteni a kúp- és sztereografikus poláris vetületek felhasználását az objektív analízisben és a numerikus előrejelzésekben. Az időközben végzett operatív számítások során kitűnt azonban, hogy a képletek — néhány módosítással — könnyebben kezelhetőkké válnak, és néhány együttható szám-szerű megadása sok fölösleges munkától mentesítheti a felhasználót. Éppen a könnyen kezelhetőség érdekében a szélkomponensek transzformációját másképpen oldottuk meg, és felül kellett vizsgálni a torzítási tényező alkalmazását is. Az alábbiakban ezért olyan képleteket kívánunk közreadni, amelyek a tényleges számítási munkát (programozást) megkönnyítik.

Még mielőtt ismertetésüket megkezdենék, néhány alapvető kérdést kell tisztáznunk.

Az [1] dolgozatban található képletekben gyakran szerepel az R , a Föld sugara. Minthogy operatív felhasználható alakokat írunk fel, szükségesnek láttuk ennek az értéknek a rögzítését. A meteorológiai irodalomban általában használt értékek közül a Föld felszínével megegyező gömbnek a sugarát ($R = 6371,2$ km) választottuk.

Az objektív analízishez és a numerikus prognosztikához a térképvetületeken általában derékszögű koordináta-rendszert (négyzetes rácsálózatot) vesznek fel. A koordináta-rendszer Y tengelye párhuzamos valamely délkör (λ') vetületének irányával. Egyes szerzőknél az Y tengely pozitív iránya a jelzett délkörön az Északi-sark felé, míg másoknál a Déli-sark felé mutat.

A derékszögű koordinátákat általában rácsállandó-egységekben adják meg. Együtthatóinkat — a könnyebb átszámítás végett — $D = 100$ km egységre számítottuk ki. A vetület torzítása miatt meg kell adnunk, hogy a rács-távolságot a térkép melyik részén tűztük ki. Sztereografikus poláris vetületnél célszerű ezt a távolságot az Északi-sark környezetében fölvenni, a kúpvetületnél a 30. vagy 60. szélességi körön, ahol a torzítási tényező (lásd az [1] dolgozatban) megegyezik az egységgel. Ezt a gyakorlatot vezettük be mi is.

A torzítási tényezőhöz a következőket kell hozzáfűznünk. Az idézett dolgozatban levezetett torzítási tényezők (1.13), ill. (2.9) abban a lényeges pontban térnek el egymástól, hogy a kúpvetületi torzítási tényező (m_k) a földrajzi

szélességen kívül függ a választott távolságnak és a délkörnek a hajlásszögétől, ε -tól is. Ez a lényeges különbség onnét ered, hogy a kúpvetület nem szögtartó. Vizsgáljuk meg az (1.13) képlet alapján m_k függését ε -tól. Előállítva a dm/de differenciálhányadost, megállapíthatjuk, hogy m_k -nak négy szélső értéke van a $0^\circ \leq \varepsilon < 360^\circ$ tartományban, mégpedig maximuma a 0° és 180° értéknél (vagyis a délkör irányában), illetve minimuma a 90° és 270° értéknél (vagyis a szélességi kör irányában). A két szélső érték:

$$m_{k,x} = \frac{\sqrt{2+\sqrt{3}}}{(\sin\varphi + \cos\varphi)^2},$$

ill.

$$m_{k,n} = \frac{\sqrt{2+\sqrt{3}}}{\sqrt{2}(\sin\varphi + \cos\varphi)},$$

ahol az x index a maximumra, az n index a minimumra utal.

Megvizsgáltuk m_k változásának tágasságát, vagyis a maximális és a minimális érték különbségét. Azt kaptuk, hogy e különbség $\varphi = 45^\circ$ -nál eltűnik, míg értéke az Egyenlítőn, ill. a sarkoknál a legnagyobb. A 40° és az 50° szélességek közötti zónában a relatív eltérés kisebb, mint $0,4\%$, 30° és 60° között kisebb, mint 3% , 25° és 65° között kisebb, mint 6% . Tekintetbe véve a szél-mérések pontosságát és a táviratozási lehetőséget, a mérsékelt égövben a két szélső érték közül bármelyiknek a használata kielégítő pontosságú. Mivel φ a szélességi kör mentén állandó ($\varepsilon = 90^\circ$), az $m_{k,n}$ értéket választottuk számításainkhoz. A kijelölt műveleteket végrehajtva:

$$m_k = 1,366025 (\sin\varphi + \cos\varphi)^{-1}. \quad (1)$$

A torzítási tényező alkalmazásához a következőket kell hozzáfűznünk. Tény az, hogy a szélvektor a vetítéskor éppúgy torzul, mint egy megadott távolság. A szélvektornak a derékszögű rendszer tengelyeivel párhuzamos összetevőkre való felbontására akkor van szükségünk, amikor a geosztrofikus szél összetevőivel hasonlítjuk össze. Ez esetben azonban az eredeti (nem torzított) vektorral végezzük el az összevetést. Tudjuk, hogy a geosztrofikus szélösszetevők értékét a felület $H = H(x, y)$ egyenletből kapjuk meg, ha ezt y , ill. x szerint parciálisan differenciáljuk. Minthogy x és y vetületi távolságok és a differenciálhányadosok nevezőjében fordulnak elő, így áll elő az irodalomban számtalan helyen említett (pl. [2], [3], [4]-ben) látszólagos ellentmondás, hogy a vetületi távolság a tényleges távolság m -szerese, de a vetületi sebesség a tényleges sebesség m -ed része.

Mindebből következik, hogy a mért szél összetevőinek kiszámításánál a torzítási tényezőt figyelmen kívül kell hagyni. Az alább közölt formuláinkban ezért nem szerepel a torzítási tényező.

Elsősorban olyan derékszögű rendszerekkel foglalkozunk, amelyek Y tengelye párhuzamos a λ' délkör vetületével és a pozitív iránya az Északi-sark felé mutat, az origójának földrajzi koordinátái φ_0, λ_0 .

1. Lambert – Gauss-féle kúpvetület

Adott $P(\varphi, \lambda)$ pont derékszögű koordinátáit az [1] dolgozat(1.22) és az (1.23) képlete segítségével kaphatjuk meg. Az elforgatás szöge az (1.1) képlet, valamint az előbbi jelölésünk szerint $\alpha = \lambda'/\sqrt{2}$. A képletben szereplő a' és b' az

Északi-sark koordinátái az O' (x' , y') rendszerben, vagy az O' origó koordinátáinak (-1) -szerese az Északi-sark origójú és α szöggel elforgatott rendszerben. Figyelembe kell még venni, hogy az [1] dolgozat 3. ábráján a koordináta-tengelyek irányítotttsága részben eltér a tárgyalt rendszerétől és alkalmazva az alábbi jelöléseket:

$$(\lambda - \lambda') / \sqrt{2} = \lambda^*, \text{ ill. } (\lambda_0 - \lambda') / \sqrt{2} = \lambda^*_0 \quad (2)$$

$$R(\sqrt{2 + \sqrt{3}}) / d = R^*, \quad (3)$$

a $P(\varphi, \lambda)$ pont keresett derékszögű koordinátái:

$$x = \frac{R^*}{1 + \operatorname{tg} \varphi} \sin \lambda^* - \frac{R^*}{1 + \operatorname{tg} \varphi_0} \sin \lambda^*_0, \quad (4)$$

$$y = -\frac{R^*}{1 + \operatorname{tg} \varphi} \cos \lambda^* + \frac{R^*}{1 + \operatorname{tg} \varphi_0} \cos \lambda^*_0 \quad (5)$$

Ha $d = 100$ km (a 30. vagy 60. szélességi körön), $R^* = 123,082132$.

A szélösszetevők értékét az ábránk alapján számíthatjuk ki:

$$u_k = -V \sin (D_{\triangleleft} - \lambda^*), \quad (6)$$

$$v_k = -V \cos (D_{\triangleleft} - \lambda^*), \quad (7)$$

ahol D_{\triangleleft} a táviratozott szélirány, V pedig a szélvektor.

2. Sztereografikus poláris vetület

Az előbbivel azonos gondolatmenet segítségével, valamint az [1] dolgozat (2.12), ill. (2.13) egyenlet felhasználásával a $P(\varphi, \lambda)$ pont derékszögű koordinátái:

$$x = \frac{R^+ \cos \varphi}{1 + \sin \varphi} \sin \lambda^+ - \frac{R^+ \cos \varphi_0}{1 + \sin \varphi_0} \sin \lambda^+_0, \quad (8)$$

$$y = -\frac{R^+ \cos \varphi}{1 + \sin \varphi} \cos \lambda^+ + \frac{R^+ \cos \varphi_0}{1 + \sin \varphi_0} \cos \lambda^+_0, \quad (9)$$

ahol $\lambda^+ = \lambda - \lambda'$; $\lambda^+_0 = \lambda_0 - \lambda'$, (10)

$$R^+ = 2R \cdot 10^{-5} = 127,424, \quad (11)$$

ha $d = 100$ km az Északi sark közelében.

A szélösszetevők kiszámításához az előbbi 1. ábrát használhatjuk fel, figyelembe véve azt, hogy a sztereografikus poláris vetületnél a délkörök fokszámát nem kell $\sqrt{2}$ -vel osztani. Így

$$u_p = -V \sin (D_{\triangleleft} - \lambda^+), \quad (12)$$

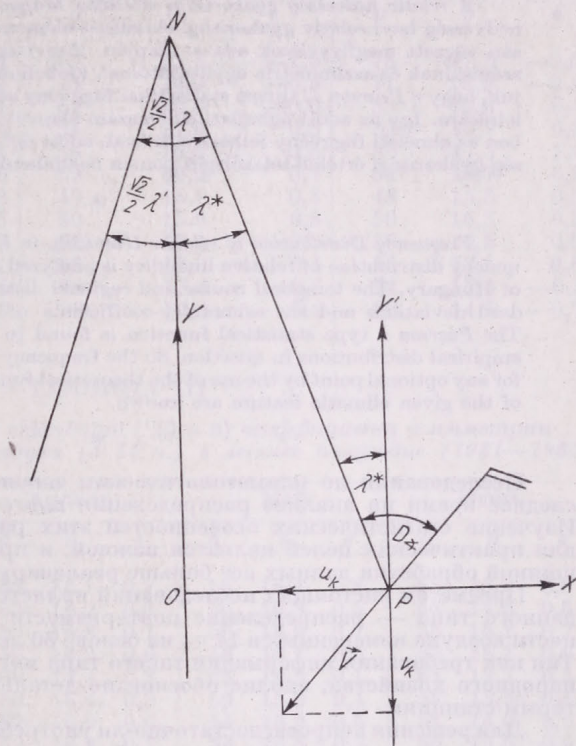
$$v_p = -V \cos (D_{\triangleleft} - \lambda^+). \quad (13)$$

Mint említettük, az irodalomban olyan derékszögű rendszerekkel is foglalkoznak, amelyekben az Y tengely pozitív iránya a választott délkör mentén a Déli sark felé mutat. Ez a fentiekhez képest a következő transzformációt jelenti:

$$x = x' \text{ illetve } y = -y'; \\ u = u' \text{ illetve } v = -v'.$$

A fentieket ki kell egészíteni néhány észrevétellel arra az esetre vonatkozólag, ha a hemiszférikus méretű sztereografikus poláris vetületekkel dolgozunk.

Ha origóként az Északi sarkon kívül fekvő pontot választunk, a fentiekkel azonos módon kell eljárunk még akkor is, ha a P pont a déli féltéken fekszik ($\varphi < 0^\circ$). Csupán arra kell vigyázni, hogy a választott délkör az Y tengely pozitív irányában haladjon az Északi sark felé.



szélösszetevők függése a derékszögű rendszer irányítottágától

Ha az origót az Északi sarkra helyezzük ($\varphi_0 = 90^\circ$, λ_0 határozatlan), a (8), l. (9) egyenlet jobb oldalán a zárójelben levő második tag zérussá válik, függetlenül attól, hogy λ_0 milyen értéket vesz fel.

IRODALOM

- [Ozorai, Z.: Az objektív diagnosztikai és prognosztikai módszereknek a térképvetületekkel összefüggő néhány problémája. *Időjárás*, Budapest, 77. évf. 3. szám, 175—183. old. 1973.
- [Döös, B. R.: Numerical Weather Forecasting with the Barotropic Model (WMO: *Lectures on Numerical Short-Range Weather Prediction*) Leningrád, 1969. 203. old.
- [Knighting, E. K.: Three-Dimensional Numerical Prediction (WMO: *Lectures on Numerical Short-Range Weather Prediction*) Leningrád, 1969. 234. old.
- [Bushby, F. H.—Huckle, V. M.: Objective Analysis in Numerical Forecasting. *Quart. J. R. Met. Soc.*, 83, April 1957, 232—247. old.

Распределение повторяемости относительной влажности воздуха в Венгрии

М. ВАГНЕР, Центральный Метеорологический Институт, Будапешт

A relativ nedvesség gyakorisági eloszlása Magyarországon. A tanulmányban a relatív nedvesség havi relatív gyakorisági eloszlását elemezzük Magyarország 17 éghajlati állomásán végzett megfigyelések adatai alapján. Megvizsgáljuk az adott paraméter átlagainak, szórásainak és aszimmetria együtthatóinak időbeli menetét és területi eloszlását. Kimutatjuk, hogy a *Pearson I.* típusú statisztikai függvény alkalmas a vizsgált empirikus eloszlások leírására. Így az adott éghajlati jellemző szám alapvető statisztikai paramétereinek ismeretében az elméleti függvény felhasználásával, adott éghajlati körzeten belül, a relatív nedvesség gyakorisági értékei tetszőlegesen pontra becsülhetők.

*

Frequency Distribution of relative Humidity in Hungary. In the study the relative frequency distribution of relative humidity is analyzed on the of data from 17 climatic stations of Hungary. The temporal course and regional distribution of the mean values, the standard deviations and the asymmetry-coefficients of the given parameters are examined. The *Pearson I* type statistical function is found to be fit for the characterization of the empirical distributions in question. So the frequency of relative humidity can be estimated for any optional point by the use of the theoretical function when basic statistical parameters of the given climatic feature are known.

*

Исследования по климатологическим закономерностям основывается в последнее время на анализе распределения повторяемости отдельных элементов. Изучение статистических особенностей этих распределений и определение их для практических целей является важной, и при помощи распространения машинной обработки данных все больше реализуемой задачей.

Предметом настоящих исследований является — в рамках венгерских работ данного типа — распределение повторяемости значений относительной влажности воздуха измеренных в 14 ч., на основе 30 летнего ряда данных (1931—1960). Так как требования информации такого типа могут возникать в многих областях народного хозяйства, вполне обосновано детальное изучение вопроса, по некоторым станциям.

Для решения вопроса, достаточно ли употреблять данные 30-летнего периода, были сравнены для некоторых станций средние значения и стандарты, полученные из материала периодов 1901—1960 и 1931—1960. При сравнении не получились значительных различий в параметрах. Результаты показываются на данных станции города Кестхей. (Табл. I)

Для анализа временного и пространственного изменения относительной влажности воздуха 14 ч., были определены соответствующие значения первого трех момента а именно среднего значения, стандарта и коэффициента асимметрии (Табл. II—III) [1].

ТАБЛИЦА I

Месячные средние значения и стандарты относительной влажности воздуха в 14 часов в периодах 1901—1960 и 1931—1960 гг.

	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.
	Среднее [%]					
1901—60	57	59	58	56	57	61
1931—60	54	58	58	56	56	58
	Стандарт [%]					
1901—60	17,1	16,8	14,8	14,2	15,3	15,7
1931—60	16,6	16,6	14,8	14,4	15,6	15,7

ТАБЛИЦА II

а) *Месячное среднее [%], б) стандарт [%] и в) коэффициент асимметрии относительной влажности воздуха (в 14 ч.) в течение года (1931—1960)*

Мес- яцы	1. Кестхей			2. Кишкунфеледьхаза			3. Дебрецен		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Я	79	14,1	—0,6	82	12,3	—1,0	78	15,0	—0,5
Ф	73	15,8	—0,2	75	14,9	—0,5	71	16,9	—0,4
М	62	17,1	—0,3	62	19,0	—0,0	58	19,0	0,4
А	54	16,6	0,4	54	17,9	0,5	51	18,7	0,9
М	58	16,6	0,4	55	16,6	0,6	50	17,5	1,0
И	58	14,8	0,5	53	16,2	0,7	52	16,7	0,9
И	56	14,4	0,6	49	15,1	0,8	48	15,5	0,9
А	56	15,6	0,5	50	15,6	0,8	50	16,8	0,8
С	58	15,6	0,5	52	15,4	0,9	50	16,5	0,9
О	67	14,8	0,1	62	17,0	0,4	58	17,5	0,6
Н	77	14,2	—0,5	78	13,4	—0,6	74	17,0	—0,3
Д	83	12,9	—0,9	83	12,0	—0,9	80	14,5	—0,7

ТАБЛИЦА III

а) *Месячное среднее [%], б) стандарт [%] и в) коэффициент асимметрии относительной влажности воздуха (в 14 ч.) в летнее полугодие (1931—1960)*

№	Станции	Апрель			Май			Июнь		
		а	б	в	а	б	в	а	б	в
4	Шопрон	53	18,1	0,7	56	16,4	0,8	58	15,2	0,6
5	Сомбатхей	53	16,2	0,6	56	16,3	0,5	58	14,5	0,6
6	Мадьярвар	55	16,3	0,7	56	16,6	0,7	55	15,2	0,7
7	Капошвар	56	16,3	0,6	58	16,1	0,5	57	15,1	0,6
8	Тихань	60	14,4	0,3	63	13,9	0,1	61	12,7	0,3
9	Шиофок	56	16,4	0,3	59	15,3	0,4	57	13,5	0,5
10	Печ	52	16,9	0,6	54	15,9	0,5	51	14,0	0,9
11	Банхида	52	16,8	0,7	54	16,5	0,7	55	15,5	0,9
12	Сарваш	50	18,9	0,5	51	17,8	0,6	50	17,0	0,6
13	Орошхаза	52	17,8	0,6	53	16,5	0,6	53	15,8	0,7
14	Мишкольца	52	17,7	0,4	53	17,0	0,6	56	16,3	0,8
15	Бекешчаба	53	18,1	0,6	53	16,1	0,6	54	15,8	0,8
16	Альшофгед	51	17,0	0,6	55	16,8	0,6	58	15,3	0,5
		Июль			Август			Сентябрь		
		а	б	в	а	б	в	а	б	в
4	Шопрон	57	14,6	0,7	58	15,4	0,7	59	15,1	0,5
5	Сомбатхей	56	14,2	0,6	57	15,3	0,5	58	15,5	0,3
6	Мадьярвар	53	15,2	0,5	53	15,2	0,9	55	15,0	0,7
7	Капошвар	54	14,9	0,8	54	15,2	0,7	57	15,6	0,7
8	Тихань	59	12,7	0,3	60	13,2	0,3	63	13,6	0,2
9	Шиофок	55	13,6	0,4	57	14,0	0,5	59	13,7	0,3
10	Печ	49	14,7	0,9	51	16,3	0,5	50	15,4	0,9
11	Банхида	53	15,5	0,8	54	15,8	0,6	56	15,1	0,7
12	Сарваш	44	16,9	0,8	46	16,3	0,9	47	17,0	0,9
13	Орошхаза	48	14,8	0,9	50	15,4	0,9	52	15,9	0,9
14	Мишкольца	54	15,0	0,5	54	15,8	0,6	55	15,1	0,8
15	Бекешчаба	51	14,2	0,8	51	16,0	0,8	53	15,9	0,8
16	Альшофгед	54	15,2	0,6	55	16,4	0,6	55	15,1	0,7

Временный ход среднего значения отражает общеизвестные климатологические факты: зимний (декабрь) максимум и летний (июль) минимум относительной влажности воздуха. Территориальное распределение этого параметра также соответствует общеизвестной картине [2].

Более детально анализу было подвергнуто стандарт, который показывал (на всех трех исследованных станциях) максимум в начале весны. Это объясняется циркуляционными причинами. Минимум стандарта появляется в зимних месяцах

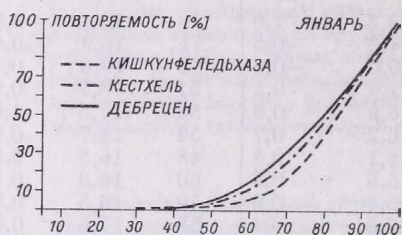


Рис. 1: Распределение повторяемости относительной влажности воздуха в январе [%] (1931—1960)

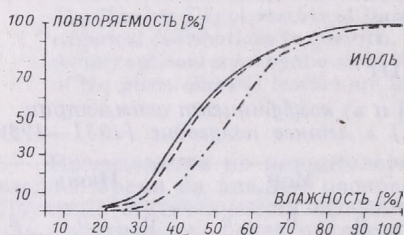


Рис. 2: Распределение повторяемости относительной влажности воздуха в июле [%] (1931—1960)

(декабрь). Это объясняется тем, что в декабре вообще по всей стране значения относительной влажности воздуха высокие, содержание водяного пара атмосферы близко к насыщению. В середине лета появляется вторичный максимум стандарта, показывая на частое появление низких, а во время гроз высоких значений влажности. В течение года стандарта относительной влажности воздуха на разных станциях 12—19%.

Территориальное распределение стандарта анализируется на вегетационный период. Мезоклиматическое влияние выравнивающее влажность поверхности озера Балатона, видно и из значений стандарта (см. данные городов Тихань, Кестхей, Шиофок). Однако, внутри одного и того же месяца разницы между значениями стандарта на территории страны не превышают 4,5%.

Абсолютные значения третьего момента, коэффициента асимметрии достигают их максимумы летом и зимой. Зимой, когда самое частое значение относительной влажности воздуха выше среднего, коэффициент асимметрии является отрицательным, а летом, когда самая частая относительная влажность находится в области ниже среднего, асимметрия имеет положительный знак. Таким образом изменение знака т. е. незначительные асимметрии наблюдаются в переходных месяцах.

Как можно вывести и из вышеуказанных, между тремя указанными статистическими параметрами существует эмпирическая связь, с изменением которого, и зная любое два из трех параметра, очень просто определяется третье значение [3]. Материал, имеющийся в нашем распоряжении является недостаточным для построения такого графика.

Особенности значений стандарта и асимметрии относительной влажности воздуха получают выражение и в форме функций распределения. Покажем это в функциях распределения (января и июля) станций Кестхей, Кишкунфелдьхаза и Дебрецен, находящихся в восточной, средней и западной частях страны. (Рис. 1—2). В форме зимних и летних кривых вырисовывается асимметрия противоположного знака, внутри того и самого месяца территориальная стабильность. Эффект поверхности озера, модифицирующий условия влажности воздуха окружения появляется на кривой города Кестхей для июля.

С применением нашего материала мы попытались описывать эмпирические распределение данного элемента при помощи теоретической функции, так как можно предполагать, что к каждому пункту данного поля вероятности принадлежит распределение тождественного типа.

Зная пространственные значения моментов, путем интерполяции и с употреблением данной теоретической функции распределения можно на любое место определить значение повторяемости относительной влажности.

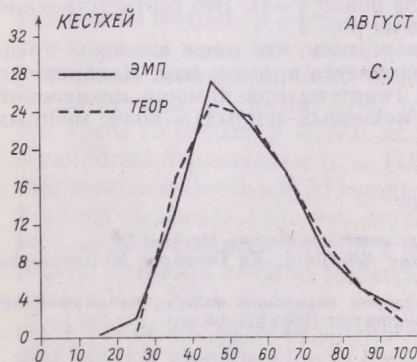
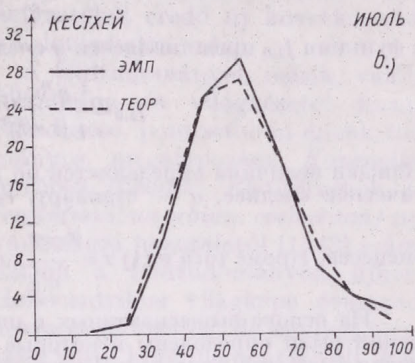
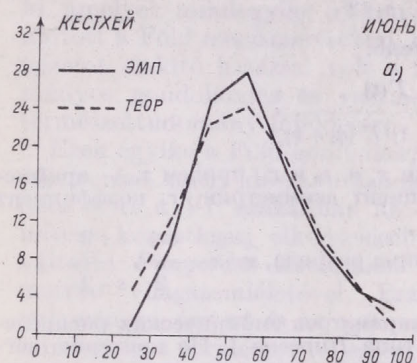


Рис. 3: Распределение повторяемости относительной влажности при помощи функции распределения типа Пирсона I и эмпирическим путем

Так как функцию типа Пирсона I можно применять — между прочим — к кривой, которая имеет ограниченный размах, можно надеяться, что путем применения ее станет возможным описывать распределение повторяемости данной характеристики относительной влажности воздуха.

Уравнение кривой типа Пирсона I:

$$f_1(x) = f_1(0) \left(1 + \frac{x}{l_1}\right)^{q_1} \left(1 - \frac{x}{l_2}\right)^{q_2}, \quad (1)$$

где параметры исчисляются на основе первых четырех момента исследованного распределения [1]

$$\kappa = -\frac{r_3^2(s+2)^2}{16(s+1)}, \quad \text{где } s = \frac{6(r_4 - r_3^2 - 1)}{3r_3^2 - 2r_4 + 6}, \quad \kappa < 0,$$

В исследованном случае показатели q_1 и q_2 положительные, поэтому из уравнения (1) непосредственно видно, что кривая достигает оси абсцисс в точках $x = -l_1$ и $x = l_2$. Из (1) также следует, что: а) кривая имеет ограниченный размах распределения, б) в промежутке между конечными точками функция возрастает с удалением от концов до точки $x=0$, в которой она достигает своего максимума,

в) кривая асимметрична относительно точки \hat{x} , принятой здесь за начало. Постоянные, входящие в уравнение (1) вычисляются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} q_1 \\ q_2 \end{aligned} \right\} = \frac{1}{2} \left\{ (s-2) \mp s(s+2) \frac{r_3}{l} \right\},$$

$$l_1 = \frac{q_1 l}{s-2}, \quad l_2 = \frac{q_2 l}{s-2},$$

а функция $f_{1,0}$ представляется в следующем виде:

$$f_{1,0} = \frac{1}{l} \frac{q_1 \cdot q_2^{q_2}}{(s-2)^{s-2}} \cdot \frac{\Gamma(s)}{\Gamma(q_1+1) \Gamma(q_2+1)}.$$

Каждая величина определяется по значениям \bar{x} , σ , r_3 и r_4 , причем \bar{x} — арифметическое среднее, σ — стандарт, r_3 коэффициент асимметрии, r_4 коэффициент

эксцесса. Кроме того в (1) $x = \frac{x - \hat{x}}{c}$ где c величина разряда, $\hat{x} = \bar{x} - \frac{\sigma r_3}{2} \cdot \frac{s+2}{s-2}$.

На основе вышесказанных с помощью параметров эмпирических распределений были определены некоторые кривые типа Пирсона I. По критерию согласия $P(\chi^2)$ для ряда распределения относительной влажности воздуха находились значения χ^2 от 2,3 до 6,46 (число свободы равно $\nu=4$). Это соответствовало уровню сигнификации 0,05, это хорошо видно на рис. 3.

На основе описанных выше результатов считаем, что наше основное предположение с определенной вероятностью оказывается правильным. Дальнейшая цель состоит в более точной проверке этой гипотезы при помощи исчислений с большим отсчетом (т. е. с большим числом исходных данных) и более мощных вычислительных средств.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Митропольский, А. К.: Техника статистических вычислений. Физматгиз, Москва, 1961.
 [2] Bacsó N. — Kakas J. — Takács L.: Magyarországi éghajlata. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Hiv. Kiad. 1953.
 [3] Мамонтов, Н. В.: Кривые распределений относительной влажности воздуха на юго-востоке Западно-Сибирской низменности. Труды, ГГО. 33. Ленинград 1965. 57—68 стр.

Kopernikusz hatása a földtudományokra*

BÉLL BÉLA, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

Kopernikusz életművének méltatásakor a földtudományok történetéből három olyan mozzanatot emelhetünk ki, amelyek mindegyike új korszakot nyitott a Föld megismerésében, világnézetet alakító hatással volt a tudományos gondolkodás és valamennyi természettudomány fejlődésére.

Ezek egyike a Föld gömbalakjának felismerése, amely időszakunk kezdete előtt a VI. században az ókori mítosz kezdetleges elképzeléseit felváltotta *Pitagorász* iskolájának geometriai világszemléletével. Eszerint valamennyi égitest és az egész világmindenség a természet teljességre törekvését követve, a legtökéletesebb geometriai testnek, a gömbnek formáját veszi fel s az Univerzum közép-pontjában levő gömb alakú Föld naponta egyszer megfordul saját tengelye körül (*Niketász*, i. e. VI. sz.). Az alexandriai *Eratoszthenész* (i. e. III. sz.) már megbecsülhette a Föld legnagyobb körének hosszát, térképet szerkesztett az akkor ismert Földről s összefoglaló munkája az ókori földtudományoknak a Föld alakjára vonatkozó geodéziai és kartográfiai ismeretanyagán kívül a globális klimatológiára is kiterjedt: megkülönböztetett egy meleg, két mérsékelt és két hideg övet, Egyenlítőt és pólusokat.

A földalak felismerését és az ókor természettudományi fölfedezéseit, köztük *Arisztarhosz* (i. e. IV–III. sz.) sejtését az álló Nap körül keringő bolygókról, közöttük a Földről, több mint másfél évezreden át háttérbe szorította *Arisztotelész* (i. e. IV. sz.) és *Ptolemaiosz* (i. e. II. sz.) geocentrikus világrendszere, amely a középkor skolasztikus és teológiai természetfilozófiájának alapja és évszázadokon át védett bástyája volt. Így érthető, hogy

Arisztarhosz meglepő feltételezéseiből nem bontakozott ki olyan földtudományi kutatás, amely a Föld bolygóhelyzetéből eredő új következtetéseket levonhatta volna.

A földtudományok másik, valóban forradalmi és világnézetet formáló fölfedezése, pontosabban ennek tudományos megalapozása *Kopernikusz* nevéhez fűződik. Életművének (*De revolutionibus orbium coelestium*) nyilvánosságra hozatalától (1543) számíthatjuk a földtudományok újkorát. Heliocentrikus világképe évszázados heves és áldozatos, de egyben termékeny viták kiinduló pontja volt. Ezeknek földtudományi vonatkozásai abból eredtek, hogy a Földnek a geocentrikus rendszerben föltételezett számos tulajdonsága *Kopernikusz* világképében teljes ártértékelésre szorult.

Az évszázados viták során *Kopernikusz* életműve túlnőtt a csillagászat körén és az égi mechanika (*Kepler*), az újkori fizika (*Galilei*, *Newton* stb.) mellett a földtudományok kibontakozására és fejlődésére is nagy hatással volt. Iskolája és követőinek munkássága számos olyan új gondolatot, nyitott kérdést, feloldandó s még a középkor gondolatvilágát tükröző ellentmondást hozott felszínre, amelyekből az újkor forrongó századaiban megszületett a modern természettudomány s ezen belül a földtudomány, a geonómia is.

Kopernikusz követői fokozatosan tisztázták a Föld helyét a világegyetemben, a Föld és a légkör különböző mozgásformáit, földérítették a gravitáció, a földmágnesség fontosabb jellegzetességeit, kialakították az objektív természettudományos kutatás módszereit: kiemelték a megfigyelések elsődlegességét és kialakultak a matematikai következtetések helyes formái. *Kopernikusz* követői előkészít-

*) Előadás a Magyar Tudományos Akadémia 1973. évi közgyűlésén *Kopernikusz* születésének 500. évfordulójára alkalmából

tették a földtudományok legújabb kori, a Nemzetközi Geofizikai Évvel kezdődő és napjainkban különböző geodinamikai, globális légkörkutató programokban kibontakozó forradalmi korszakát: a Föld-bolygó szféráinak, légkörének, hidroszférájának és a szilárd Föld belső szerkezetének részletes feltárását, a Holdnak és a földközeli bolygóknek közvetlen tanulmányozását, a Föld és a Naprendszer keletkezésének, fejlődésének megismerését.

Kopernikusz és követői vitáinak értékelésekor nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy a XVI. században és még azután is az „antipólusok” problémája a gravitáció ismerete nélkül megmagyarázhatatlan nehézséget jelentett a gömbölyű Föld elképzelésében. *Kopernikusz* elgondolása szerint a Föld és a bolygók, valamint a Nap egymáshoz hasonlóak (s ezt tekinthetjük az „összehasonlító planetológia” kiinduló gondolatának) olyan értelemben, hogy részecskéikre ugyanolyan összetartó erő hat. Ez pedig nem más, mint a részekbe plántált természetes törekvés, aminek következtében a részek a legtökéletesebb geometriai testnek, a gömbnek formájára húzódnak össze (pitagorászi dogma) s ebben az alakban meg is maradnak. Erről a hatásról, amely csirájában a tömegvonzást már magában rejtette, *Kopernikusz* nem tételezte föl, hogy áthatol a téren, hanem csak a tömegfelhalmozódásokon belül érvényesül.

Tagadhatatlanul antik vonásai mellett ez a föltevés lényeges haladást jelentett *Arisztotelész* és a középkor felfogásával szemben. Az utóbbiak szerint ugyanis minden testnek megvan a kijelölt, előírt helye, amelyre eltávolodása esetén visszatérni kényszerül. Például a feldobott kövek a földre esnek, mert természetes helyük a világmindenségnek, egyúttal a Földnek középpontjában van. A légnemű anyagok és az égéstermek természetes helye viszont a viláközponttól

kifelé mutató irányban van, ezért fölfelé távoznak a földről.

A testek esésének ez a világcentrikus magyarázata korrekcióra, mondhatnánk teljes átértékelésre szorult a heliocentrikus világmindenségben. Ezért *Kopernikusz* föltételezte, hogy minden égitestnek saját tömörülési központja van s így a világtérben egy kő a legközelebbi égitestre esnek. A nehézség, a súly tehát az anyagi részek azon törekvése, amelynek következtében a részek nemcsak a világmindenség középpontjában, hanem mindenütt, ahol anyag van, gömbformába, golyóvá húzódnak össze.

Ebben az időben nem merült föl még az a gondolat, amely végül is az általános tömegvonzás föltételezésére vezetett, hogy ti. a *Kopernikusz* által föltételezett, bolygón belüli hatás az egyes égitestek között is érvényesül. Matematikai módszereinek alkalmazásakor ugyanis előfeltételként elfogadta azt a pitagorászi dogmát, amely szerint az égitestek egyenes körmozgása „természetes” mozgás, hasonlóan a gömbalak az anyag „természetes” megjelenési formája. Mint-hogy ezek a matematikai harmóniának megfelelnek, ezért további magyarázatra nem is szorulnak. Így azután nem is okozott különösebb gondot a forgó és keringő Földön a centrifugális erő problémája, minthogy úgy gondolták, hogy természetes mozgásoknál, aminő a Földé és az égitesteké, centrifugális erő nem lép fel.

A „természetes” mozgás föltételezése, jöllehet a görög ókor gondolatvilágát még némiképpen magán viselte, megszabadította a heliocentrikus világmindenség az égitesteket a különböző szférákba vezető és irányító misztikus és hierarchikus külső erőktől. Ezzel szemben föltételezte, hogy a bolygóknek a központi Nappal összefüggő saját természetes mozgásuk van, és pedig a Naphoz közelebbiek gyorsabban, a távolabbiak lassabban forognak szabályos körpályáikon.

Mindenesetre a Naprendszert össze-

tartó erő szükségessége még *Kopernikus* századában nyilvánvalóvá vált s *Gilbert* földmágneses hipotézisében kifejezésre is jutott. Eszerint a forgó Föld óriási mágnes, amelynek belseje mágneses vasból áll, csak a felszínét födi víz és talajréteg. A Föld mágneses erőtere a környező térben is érvényesül s a gravitáció nem más, mint magnetizmus, amely végső soron összetartja az Univerzumot. A Föld szabálytalan felszíne, tengereinek és kontinenseinek szabálytalan eloszlása ugyancsak szabálytalan mágneses meridiánokat alakít ki s ez okozza az iránytű eltérését az észak – déli iránytól.

Így indították el *Kopernikus* föltevésai, gondolatfűzésének hiányzó lánczemei a gravitáció, a földmágnesség kísérleti kutatását, az értékes hipotézisek egymást felváltó sorát és előkészítették *Galilei*, *Newton* és követőik munkáját.

Kopernikus heliocentrikus elméletét matematikai jellegű érvekkel támasztotta alá, amelyeket meghatározott előfeltételekből vezetett le. Az utóbbiaknak a már említett pitagorászi dogmán kívül eleget kellett tenniök egy másik követelménynek is, nevezetesen nem lehettek ellentétben a megfigyelt jelenségekkel, így az égitestek látszólagos mozgásával sem. A pitagorászi dogma elfogadása s ezzel a tökéletes gömbforma, a körpálya elsődlegessége és Univerzum-meghatározó jellege *Kopernikus* matematikai szemléletének bizonyos metafizikai jelleget ad és az ó- és középkor tudományos hagyományaira emlékeztet. A „jelenségeknek megfelelés” elve viszont bevezeti az újkor kísérletező, megfigyelő módszereit.

A megfigyelések elsődlegessége és a matematika előfeltétel nélküli, semleges eszközként történő alkalmazása *Tycho de Brache* gondos észleléseinek birtokában rávezeti *Keplert* a bolygómozgás törvényeire és már jelzi a matematika természettudományi felhasználásának újkori átalakulását,

amely végül is nem a konzervatívabb csillagászatban, hanem a XVII. század mechanikájában valósult meg.

Kopernikus világmképében megkapó és meggyőző erejű a heliocentrikus világrendszer egyszerűsége és ahogy most mondanánk: „eleganciája” a ptolemaioszival szemben. Az utóbbiban az égitestek az álló Föld körül keletről nyugatra, de időnként az ellenkező irányban is bonyolult hurokpályákon mozogtak, míg *Kopernikus* heliocentrikus rendszerében az asztrolómiai számítások a közepes körre szuperponált körpályák csekélyebb száma miatt lényegesen leegyszerűsödtek. A ptolemaioszi rendszer 80-nál több köre helyett *Kopernikus*nak a bolygók mozgásának leírására már csak 34 körre volt szüksége, végül *Kepler* mindezeket az akkor ismert bolygók számának megfelelően 7 ellipszissel helyettesítette.

A hipotézisek egyszerűségének értékrendje, amely a ptolemaioszi, a kopernikuszi és a kepleri rendszer között a megfigyelt jelenségek matematikai interpretációjának pontosságában jut kifejezésre, emlékeztet *William Occam* angol filozófus, több mint 600 évvel ezelőtt kifejtett „egyszerűségi elv”-ére. Eszerint röviden megfogalmazva: ostobaság nagy munkával elvégezni azt, amit kevesebbel is el lehet érni. Nagyon figyelemre méltó és a szükségesnél bonyolultabb utakat járó kutatók, előadók és publikálók számára megszívlelendő ez a triviálisnak látszó gondolat, amely a természettudományok művelésében, a természeti törvények kutatásában szinte kötelező érvényű, és az ún. elegancia valódi ismérve.

Kopernikus a heliocentrikus világkép egyszerűbb formáját a Föld háromféle mozgásának felismerésével alkotta meg. Ez a három mozgásforma (tengely körüli forgás, Nap körüli keringés és precesszió) s általában a Föld mozgásának háborgásai a földi folyamatok ciklikus jellegét hordozzák magukban, amelyeknek bővebb kifeje-

tése és kutatása a földtudományoknak legfontosabb célkitűzésévé vált. A ciklusos földi jelenségek a globális légköri folyamatok kutatásában különös jelentőséget kaptak s ezek hosszú tartamú előrejelzésében ma is nélkülözhetetlenek.

Egyébként a légkör globális mozgásjelenségei *Kopernikusz* világtérképének igazolásában nem elhanyagolható nehézségeket okoztak, másrészt ezek tisztázása fontos fejezete volt az általános cirkuláció makroméretű és ma is a meteorológiai kutatások központjában levő vizsgálatának. A Föld forgásával kapcsolatban a viták során fölmerült kérdések egyike meteorológiai vonatkozású: vajon miért nem észlelünk a nyugatról keletre forgó Föld felszínén állandó jellegű, igen erős keleti szeleket a forgásban föltehetően visszamaradó levegőben? *Kopernikusz* azon föltevése, hogy a levegő együtt forog a Földdel, természetesen helyes. Egyik magyarázata, amely szerint a levegő földi eredetű részecskéket tartalmaz, ezek tulajdonságukban megegyeznek a Földdel s így leszármazott voltuknál fogva kötelezően követik annak forgását, még a középkor gondolatvilágát tükrözi. Mindenesetre ez az érv más vonatkozásban elgondolkasztató, ha összevetjük a Föld származásáról, a légkör kialakulásáról, fejlődéséről alkotott mai elképzeléseinkkel.

Másik érve azonban kétségkívül a földtudományok újkorát jellemzi. Eszerint a forgó Föld állandó érintkezésben van a levegővel, az utóbbi átveszi a Föld mozgását és ennek részesevé válik.

Látható, hogy *Kopernikusz* gondolatvilágában megjelentek és bizonyos

mértékben már formálódtak is a nagy földi erőterek: a tömegvonzás, a centrifugális erő, a súrlódási erő, a földforgásból származó eltérítő erő csak homályosan sejtett vagy éppen elhanyagolt fogalmainak csirái. Későbbi részletes kifejtésük elvezetett a nagy földi dinamizmus különböző megjelenési formáinak feltárásához, köztük a dinamikus meteorológia korszerű mozgásegyenleteihez s végső fokon az objektív időjárás-előrejelzésnek mai problematikájához.

A földtudományok történetéből kiragadott példák arra mutatnak, hogy *Kopernikusz* életműve és a természettudományokban ennek nyomán bekövetkezett forradalmi fejlődés nagy lendületet adott a Föld megismerésére irányuló földtudományi kutatásoknak is. A jelenkor földtudományi forradalma olyan módon kapcsolódik *Kopernikusz* életművéhez, hogy a Napra és bolygóira irányuló, az új technika eszközeivel folytatott kutatásokat összhangba hozza a Föld szféráinak és belső szerkezetének feltárásával. Ezen az úton napjaink gyorsan növekvő ismeretanyaga olyan törvényszerűségek felismeréséhez vezet, amelyek rávilágítanak a Naprendszer és ebben a Föld mintegy 4 milliárd éves múltjára, fejlődésére és jövőjének alakulására. Ebben a legújabb kori kozmikus és földtudományi kutatási koncepcióban a technikai fejlődés nyújtotta lehetőségeken kívül alapvető jelentősége van *Kopernikusz* életművének és annak a hatalmas impulzusnak, ami a kopernikuszi világkép és az abból kiáramló évszázados természettudományi kutatások révén a Föld és környezetének megismerésében mind a mai napig érvényesült.

MOREL, P. (red.): *Dynamic Meteorology (Dinamikus meteorológia)*. A francia Nemzeti Térfizikai Központ által Lannionban (Franciaország) 1973. augusztus 7—szeptember 12. között rendezett kontinuumfizikai nyári iskola anyaga. D. Reidel Publishing Company kiadása, Dordrecht (Holland)—Boston (USA), 1973. Ára: 2070 Ft.

Ezt a könyvet — igen gyors megjelenése ellenére — már megelőzte a híre Magyarországon, s a dinamikus meteorológiával foglalkozó szakemberek körében máris nagy igény mutatkozik iránta — méltán. Mint a címből látható, egy 1973-ban megtartott nyári iskola dinamikus meteorológiai tárgyú előadásait foglalja össze. Ezeket az előadásokat a dinamikus meteorológia tudományának világnagyságai tartották, mindegyikük az általa legjobban ismert és művelt szakterületről. Az előadók személye már biztosítékot jelent arra, hogy a tudományterület legújabb eredményeit tartalmazó, igen magas színvonalú szak- és tankönyvet tartunk kezünkben.

A kötet első tanulmányát N. A. Phillips, a Mass. Institute of Technology professzora írta, aki az időjárás folyamatok numerikus modellezésének egyik legjobb szakértője. A *nagy térségű numerikus előrejelzés alapelvei* címmel összefoglalást ad a numerikus előrejelzés tudományának ezen legkorábban művelni kezdett, legfejlettebb részterületén kialakult és lassan már állandósuló módszerekről, áttekinti a fölmerülő problémákat és megoldásuk lehetőségeit. A tanulmány 6 fejezetre oszlik. Az első fejezet tárgya a hidrodinamika egyenletei. A szerző ismerteti az egyenletek vektorális alakját, felbontásukat a földi szférikus koordináta-rendszerben, a nagy térségű folyamatok jellegéből adódó közelítéseket, végül határfeltételeket ad meg az egyenletrendszerhez. A második fejezetben az egyenleteket lokális koordináta-rendszerbe írja át konformis leképezések segítségével, a következőben pedig a hidrosztatikus közelítés jogosságát igazolja nagyságrendi analízissel, miközben azt is kimutatja, hogy ez a közelítés kiszűri a „káros” hang- és gravitációs hullámokat. A negyedik fejezetben a nyomási koordináta-rendszer bevezetésével ismerkedhetünk meg majd az időjárás egyenletrendszer megoldásának legelfogadottabb, 6 lépésből álló metódusát láthatjuk. A következő két kérdéskör — a megoldás stabilitásával és az alkalmazható numerikus módszerekkel kapcsolatos eredmények — a tanulmány súlyponti része. Ezeknek a témáknak van világszerte a legnagyobb irodalma, tudniillik a fölmerülő problémák itt a legszámosabbak. A nehézségek lényegében három forrásból származnak: a) a kezdeti adatmező pontatlan, b) a hő- és súrlódási effektusokat nem tudjuk megfelelően paraméterezni, c) a numerikus módszerek hibái szuperponálódnak. Az ötödik fejezet foglalkozik a dinamikus stabilis kezdeti adatmező előállításának problémáival. Phillips előállítja a folyamatok perturbációs egyenleteinek megoldását, és így osztályozni tudja a légkörben kialakuló hullámokat (Rossby-, hang és gravitációs hullámok). Konklúzióként eljut a szokásos örvényességi transzformációval kapott kvázigeosztrófikus egyenletrendszer (*filtered equations*) bevezetésének szükségességéhez. A hatodik fejezet az előrejelzési kezdeti érték probléma-megoldásának bevált és javasolt numerikus módszereit tárgyalja. Phillips nem foglal állást egyik módszer mellett sem, de igyekszik mindegyiknél rámutatni a bennük rejlő előnyökre. Előszórá a már Richardsson (1922) által is alkalmazott diszkrét pontos módszerekre, ezek fejlődésére (von Neumann) tér ki, ismerteti a nem centrált és centrált (*leap-frog*) sémákat, végezetül a legutóbbi időkben kialakult spektrális (ortogonális függvényeket használó) módszerekkel foglalkozik.

A könyv második részét J. G. Charney a numerikus előrejelzés tudományának egyik megalapítója, s talán napjainkban is legjelentősebb képviselője írta. Ez a rész nemcsak terjedelménél fogva súlyponti, hanem azért is, mert a dinamikus meteorológia központi problémájával foglalkozik, ti. a földi légkör általános cirkulációjának dinamikai leírásával. E tárgykörben az utóbbi időben sok új eredmény született, különösen a GARP program inspirációjára. A planetáris cirkuláció az összes légköri folyamat kölcsönhatásából létrejövő, bonyolult jelenség. Modellezéséhez ezért elengedhetetlen, hogy 1. a planetáris alapáramlás, 2. a planetáris perturbációk, azaz makroszinoptikai jelenségek, 3. a rácsos áthulló (*subgrid*), azaz mezoszínoptikus jelenségek megfelelő dinamikus modelljei álljanak rendelkezésünkre. Ezeket is ismerteti ez a 12 részre tagolódó könyvméretű tanulmány. A bevezetésben Charney összefoglalja a planetáris mozgásokra vonatkozó tapasztalati ismereteinket, és a fellépő erők szerint osztályozza a hidrodinamikai in-

stabilitásokat. Ezután — már az első fejezetben — ismerteti a hidro-termodinamika alapegyenleteit perfekt gázok és a meteorológiában különösen fontos Boussinesq-folyadékok esetén, és foglalkozik a földforgás hatásaival. A második fejezetben megkezdí a cirkulációs modellhez szükséges részmodellek (építőkövek) ismertetését. Elsőként a cirkuláció egyszerűsített „nyers” modelljét, két koncentrikus gömb közötti gyűrűben elhelyezkedő Boussinesq-folyadék hőmérsékletkülönbség által létrehozott áramlását tárgyalja.

Felvetődik a kérdés, hogy az így létrejött cirkulációs örvény milyen feltételek mellett stabilis, ill. instabilis? Erre választol a szerző a negyedik fejezetben. Megad egy általános instabilitási kritériumot a variációs számítás Hamilton—Jacobi-föltételére támaszkodva, ugyanakkor áttekintést nyújt az egyéb módszerekről is. Az első két „építőkö” ismertetése után Charney ezek szintézisével lassú, hő- és súrlódási impulzusok által befolyásolt cirkulációs örvény áramlási rendszerét írja le. A továbbiak előkészítéseként összefoglalja az alapvető cirkulációs tételeket (Bjerknes, Kelvin) és bizonyítja a Taylor—Proudman-tételt, azaz homogén, összenyomhatóan folyadékok kisméretű turbulens zavarainak kétdimenziós voltát. Ezen alapon kon már elvégezheti a homogén közegben létrejövő, kétdimenziós, kvázigeosztrófikus áramlás diszkuzzióját, ahol háromféle: erősen hidrosztatikus, divergenciamentes, és nem stabilan geosztrófikus áramlási kép kialakulásának lehetőségére mutat rá. Az általánosítás következő lépései: a barotróp és baroklin 3 dimenziós kvázigeosztrófikus áramlások elmélete. Az első kérdéskör súlypontja a Rayleigh-féle instabilitási kritérium, ennek 3 különböző, Rayleigh Fjortoft, és Taylor által adott bizonyítását is láthatjuk. Baroklin rétegződés esetén stabilitási kritériumokat a perturbációs egyenletek megoldásával kaphatunk, de ez a megoldás nem mindig állítható elő. Két speciális esetet dolgozott ki Eady és Charney. Az utolsó részmodelleket helyhiány miatt csak felsoroljuk: 1. A légköri szabad és kényszerrezgések elmélete. 2. A frontálzónák modern interpretációja „energia-kaskádokként” (front = az energia nagyobb léptékről kisebb léptékre való rohamos konverziójának helye). 3. A geosztrófikus turbulencia elmélete.

A 12. fejezet a tanulmány alapvető és összefoglaló része, amely az addig tárgyalt szerteágazó anyag szintézisét adja *A légkör általános cirkulációja* címmel. Ismertetjük az elmélet alappilléreit. Az általános cirkuláció hidrodinamikai aspektusból Charney szerint a következő problémát jelenti: a) A hőbevételnek az Egyenlítőnél a Sarkok felé csökkenő meridionális eloszlása; b) egy lassú, tengelyesen és centrálisan szimmetrikus cirkulációt hoz létre, Sarkok felé mutató hőmérsékleti gradienssel; és c) ennek megfelelően olyan zónális szélmezt, melyben a nyugati összetevő intenzitása a magassággal nő. d) Ez az áramlás instabil a kisméretű hullámjellegű zavarokra nézve, melyek így bizonyos véges amplitúdóig nőnek, majd stabilizálódnak. e) A végső mozgási állapotot és a perturbációk viselkedését akarjuk vizsgálni.

A vizsgálati modell felépítése után a cirkuláció előbb vázolt fejlődési stádiumainak, főleg a perturbációk evolúciójának nyomonkövetése a következő lépésekből áll: 1. A hőbevételi függvény meridionális eloszlása. 2. A főáram baroklin stabilitása és örvények kialakulása. 3. Energetikai helyzet és mérleg ebben a stádiumban. 4. Az átlagáram viselkedése a perturbációk hatásai mellett szemben és az egyes állapothatározók (hőmérséklet, stabilitás, zónális sebességeloszlás, energiamegterleg) lefutása a fejlett örvényesség stádiumában. (Az egyes lépések számítási feladatokat jelentenek.) Az utolsó fejezetben Charney bemutatja, hogy cirkulációs modellje magyarázatot tud adni a trópusi ciklogenezis és az intertrópusi konvergenciazóna (ICZ) kialakulásának okaira is.

A légköri turbulencia és a kisléptékű folyamatok problémaköre régtől vizsgált témája a dinamikus meteorológusoknak. Néhány év óta ezen folyamatok paraméterezése és a szinoptikus skálához való adaptálása került az érdeklődés homlokterébe, annak a felismerésnek nyomán, hogy a szubszinoptikus skálánál nem elhanyagolható a hatása a makroskálára, holott a nagytérségű folyamatok általánosan használt egyenletei ezeket a hatásokat kiszűrik. Ezen kérdésekkel foglalkozik a kötet 3. tanulmányában D. K. Lilly, a NCAR munkatársa, aki főleg 1968-tól jelentős eredményeket ért el a turbulencia kutatásában. Írásában időrendi sorrendet követ az eredmények ismertetésekor. Először a Batchelor (1956) által kifejlesztett, korrelációs függvények bevezetésén alapuló homogén turbulencia-elméletet tárgyalja. A mozgások Kolmogorov-féle karakterisztikus méreteit bevezetve meghatározhatjuk az áramlásban elég nagy Reynolds-szám mellett fellépő mozgásforma-sorozatokat és a hozzájuk tartozó energia-spektrumot. Konkrét légköri példákra áttérve Lilly először konstans hullámszámú energiaforrás által indukált légköri hullámmal foglalkozik, azt vizsgálja, milyen mozgásformák alakulnak ki, és levezeti nevezetes formuláit az energiaspektrumra:

$$E(k) = \alpha^3 K^2 k^{-5/3} (k_c^{-2/3} - k^{-2/3})^2$$

$$E(k) = (4/9) \beta^3 K^2 k^{-4} (\ln k_c/k)^2,$$

$$k_c < k < k_p$$

$$k_p < k < k_D$$

melyeket a Kraichnan-féle hasonló formulák finomításával nyer. Igen fontos az állapothatározók átlagára vonatkozó prognosztikai egyenletek zártágának problémája. A legnagyobb nehézséget a magasabb és alacsonyabb rendű momentumok (átlagok) közötti bonyolult összefüggések jelentik, ezek egyszerűsítése ma még megoldatlan, a kérdés vizsgálatában Orszag (1970) ért el jelentős eredményeket.

Lilly ismerteti az előző próbálkozásokat (von Neumann 1950, Smagorinsky 1963) és a legkorszerűbb, első- és magasabb rendű momentumokat felhasználó átlagolási módszereket. Valószínűleg még az előbbieknél is fontosabb kérdés, hogy milyen hatékonyságot várhatunk a numerikus előrejelzéstől a turbulens befolyás fényében. Erre a problémára világít rá Lorenz (1969) az átlagos hiba növekedésének alulról való megbecsülésével. Ez az előrejelzés lehetőségeivel kapcsolatos negatív eredmény kihívás a szakembereknek, és így új eredmények forrása lehet. Az utolsó téma a vertikális örvényes momentumszállítás szerepe az atmoszférában, amely egyaránt lényege a konvencióis rendszereknek vagy a gravitációs és lee-hullámoknak. Befejezésül a szerző a jövő lehetőségeit és feladatait vázolja.

A következő tanulmány neves szovjet meteorológus, A. Sz. Monin műve, aki a légköri határtegek elméletével foglalkozik. Igen érdekes az a mechanizmus, a nyomási gradiens, a sűrűlódás és a Coriolis-erő bonyolult összjátéka, mely az atmoszférikus határteggel kialakulásához vezet. Ugyanakkor ennek a határteggel jelentős a befolyása a nagytérségű folyamatokra az egyes állapotváltozók felszínről történő vertikális szállítása révén. Ezért a szinoptikus folyamatok evolúciójának helyes modellezéséhez szükséges a határteggel szerkezetének, fluktuációinak alapos ismerete. E struktúra megvizsgálására Monin egy numerikus modellt javasol, mely a határteggel sűrűségi rétegződését is képes leírni termodinamikai egyenletek segítségével. Az energiaviszonyok alapos elemzésével fényt derít a szerző arra a mechanizmusra, ahogyan a sűrűségi rétegződés potenciális energiája a Reynolds-feszültségek munkavégzése révén turbulens energiává alakul, majd a határteggel finomszerkezetével kapcsolatos vizsgálatait foglalja össze. A dinamikus alárteggel hatásokban, ezért a szerző részletes vizsgálatokat folytatott ezen réteggel kapcsolatban. (Például: hol érvényes a logaritmikus szélprofil-törvény?) Igen értékes a tanulmány következő része: az ismert Monin—Obuhov-féle talajközeli szélprofil általános szimmetriaelvken (Reynolds) alapuló levezetése, és az elmélet kiterjesztése hőmérsékleti és nedvesség-profilokra is, valamint az instabilis rétegződés esetén bekövetkező profilmódosulások elemzése. Ugyanezt a hasonlósági módszert a Coriolis-erő befolyása alatt álló ún. Ekman-féle határtegre alkalmazva a talajközeli szélmaximum az ún. „földközeli jet” megléteére keres magyarázatot. A Monin-féle hasonlósági elmélet más bolygók légkörének és cirkulációs rendszerének kielégítő modellezésére (jelenlegi ismereteinkkel összehantban álló hipotézis felállítására) is alkalmas — erről győződhetünk meg a cikk befejező részében. (Ez a tanulmány egyébként bővített változata Monin: *The atmospheric boundary layer*, c. cikkének, mely az Ann. Rev. of Fluid Mechanics Vol. 2. 225—250 old.-on jelent meg.)

A szerkesztő P. Morel írja a könyv előszavában, hogy a dinamikus meteorológia fő célkitűzése az utóbbi 15 évben az időjárási folyamatok numerikus modellezése és előrejelzése lett. Köte-tünk eddig látott tanulmányai is egy-egy időjárási folyamat numerikus modelljét adják. Az utolsó két tanulmány, melyeket helyszűke miatt csak vázlatosan ismertethetünk, a numerikus modellezés két fontos segédeszközével foglalkozik.

Az első munka P. Morel műve, a meteorológiai adatok objektív analizését és a további számításokhoz való elkészítségét tárgyalja. Felsoroljuk a tanulmány fő témáit, melyek egyben az objektív analízis kulcskérdései is: 1. Az adatok analízálása statisztikai módszerekkel (kiemelve a Gangyin-féle optimális interpolációt). 2. A meteorológiai mezők szekvenciális analízise. 3. A légkör dinamikus válasza a perturbációkra, és ennek az elvnek az alkalmazása a kezdeti adatok simításánál. 4. Négydimenziós analízis és asszimiláció, az adatok felhasználhatósága, hibabe-csülés.

A kötet utolsó tanulmánya P. Queney, a párizsi egyetem professzora nevéhez fűződik. Ebben a domborzat módosító hatásaival, a hegységek mentén kialakuló lee-hullámok energiaszállító és disszipatív szerepével foglalkozik. A hegységek szerepe, különösen az olyan medence jellegű terü-leteken, mint hazánk, egyáltalán nem elhanyagolható, főleg mezeiolétekké folyamatoknál. Ezen hatások paraméterezése és beillesztése a modellekbe még kezdeti stádiumban, van, ezért Queney cikkét — aki egyébként már 1947 óta foglalkozik a témával — üttörő jelentőségűnek mondhatjuk.

Összefoglaló értékelésként egy-egy mondatban mindegyik cikkről: Phillips tömör tanulmánya hasznos olvasmány a numerikus előrejelzést megtanulni kívánó szakemberek számára, akiknek kellő előképzettségük van a num. módszerek és a hidrodinamika területéről. Charney nagylélegzetű műve minden szempontból kiemelkedik a hasonló globális cirkulációs modellek közül. Következtetéseit a legújabb fizikai eredmények felhasználásával teszi meg, emellett a tanulmány során megismerkedhetünk a hidrodinamika 1686-tól (Halley) napjainkig eltránt szinte összes eredményével, így szerencsésen valósítja meg azon két követelmény szintézisét, hogy értékes modellt adjon a szakemberek, és értékes tankönyvet a tanulni vágyók kezébe. Lilly cikke főleg a legmodernebb eredményeket ismerteti a szakterületen dolgozók részére, míg Monin a viszonylag új határteggel-elmélet szinte összes eredményét összefoglalja. Morel cikkének elsősorban problémafelvetési módszerét, világos taglalását lehet dicsérni, míg Queney egy hosszú évek során kiérlelt, jól áttekinthető elméletet ad az érdeklődő olvasó kezébe. A nyári iskolákat minden másod-ik évben meg kívánják rendezni, így remélhető, hogy ezen értékes írások sora újabakkal gyarapszik majd.

Práger Tamás

IGAZGATÓI KONFERENCIA POZSONYBAN

A szocialista országok meteorológiai szolgálati vezetőinek kétvétenként esedékes értekezletét legutóbb a Szlovák Szocialista Köztársaság meghívására Pozsonyban rendezték meg 1974. augusztus 20—30. között. Az V. (XIII.) Igazgatói Konferencián az európai szocialista országokon kívül résztvettek a Koreai Népi Demokratikus Köztársaság, Kuba, a Mongol Népköztársaság és a VDK képviselői is. Hazánkat az OMSZ részéről *Czelnai Rudolf* elnök, *Bodolai István* tud. tanácsadó, *Kapovits Albert* osztályvezető és *Mezősi Miklós* műszaki vezető, míg más szervek részéről *Csaplak Andor* ezredes (MHN) és *Starosolszky Ödön* főosztályvezető (OVH) képviselték. A munka két bizottságban folyt, az igazgatóiban *J. A. Israel* (Szovjetunió), a technikaiban *B. Sobišek* (Csehszlovákia) elnökölt, a plenáris üléseket pedig *F. Pechala* (Csehszlovákia) vezette.

Az Igazgatói Konferencia — igazodva a WWW alaprendszerének felosztásához — elsősorban a megfigyelőhálózat, a távközlés és az adatfeldolgozás időszerű kérdéseit tűzte napirendjére a repülés, a klimatológia, a légszennyeződés, a hidrológia és a meteorológiai kutatások koordinálása mellett. Az értekezlet meghallgatta *J. A. Israel* beszámolóját a WMO Végrehajtó Bizottság üléséről, valamint az egyes munkacsoportok elnökeinek számvetését a végzett munkáról.

A megfigyelő alaprendszer tárgyalása az automatizált adatfeldolgozás szemszögéből történt, vagyis azt keresve, hogy milyen módon végezhető a hagyományos észlelések — minimális emberi közreműködéssel — közvetlenül gépi feldolgozásra alkalmas formában (pl. félautomata állomásokkal), továbbá az olyan új típusú információkat, mint a műhold- és radarmegfigyelések, hogyan lehet optimálisan integrálni a nemzeti szolgálatok adatfeldolgozó rendszerébe. A radarmegfigyelések terén fontos lépés történt: a csehszlovák szolgálat felajánlotta, hogy Pozsonyban *regionális radar központot* létesít, amely a környező szocialista országokban kiéptendő nemzeti radarhálózatok megfigyeléseit egységes elvek szerint feldolgozza és a felhasználóhoz eljuttatja. E nagyjelentőségű kezdeményezés megvalósítása alapos előkészítést igényel (a radarok beszerzése, telepítése, személyzet kiképzése, hírközlési rendszer kiéptése), ezért a regionális radarközpont csak a 70-es évek végén kezd meg működését.

A konferencia megerősítette egyik korábbi ajánlását, miszerint 1000 km-ként legalább egy olyan rádiószondázó állomásnak kell lennie, amelynek felszállási naponta egyszer rendszeresen elérik a 10 mb-t. Budapest is szerepel ezen állomások között, vagyis 1976. január 1-től innét az éjjeli felszállásoknak 90 %-os gyakorisággal legalább a 10 mb-os szintig kell eljutniuk. Miután azonban az is nyilvánvaló, hogy ennek az ajánlásnak a technikai feltételei még hiányoznak (u. i. a szocialista országok nem gyártanak ilyen magasságot rendszeresen elérő ballonokat), a konferencia egyidejűleg KGST intézkedést kért a preparálás nélkül használható, megfelelő minőségű ballonok gyártására.

A távközlési alaprendszerrel kapcsolatos beszámolókból kitűnt, hogy az európai szocialista országokban Potsdam és Budapest kivételével 1975. januártól üzemszerűen megindul a *1200 Bd-os adatforgalom*, egyelőre kézi szelekcióval. Az új, automatizált távközlési alaprendszer lehetővé teszi majd a vonalakon forgalmazott bulletinek számítógépes szelektálását is. (Budapest jelenleg kb. 30% fölösleges anyagot kap a távközlési vonalokról, éppen a szelekció hiánya miatt.) A hatékony, számítógépes szelektálás tervezése érdekében az RGSAM kapta feladatául a szolgálatok információigényének felmérését a felhasználó oldaláról nézve s ennek alapján majd az RGMT optimalizálja az információáramlást a távközlési hálózatban.

Az adatfeldolgozási kérdések tárgyalásakor nagy érdeklődést váltott ki a Szovjetunióban kidolgozott új archiválási rendszer, amely az Egységes Számítástechnikai Rendszerrel (ESZR) kompatibilis berendezésekre épül és így perspektivikusan is alkalmas lesz általános bevezetésre.

Környezetvédelmi kérdéseket tárgyalva az értekezlet megállapította, hogy tekintettel a *Légszennyeződés meteorológiai aspektusai* c. KGST-téma és az RGMASA tevékenységének összefüggéseire, indokolt a fokozatos munkamegosztás megvalósítása a KGST-szervek és az RGMASA között. A konferencia állást foglalt, hogy a meteorológiai szolgálatok aktívabban vegyenek részt a KGST környezetvédelmi munkájában, növeljék részvételüket és koordinálják szerepüket a hasonló nemzeti programokban, szenteljének fokozott figyelmet a környezetvédelemnek. Az RGMASA ugyanakkor az eddigi tevékenységén felül foglalkozék még a légszennyeződésnek az időjárásra és az éghajlatra gyakorolt hatásával.

PROF. DR. JU. A. IZRAEL'
A SZOVJETUNIÓ HIDROMETEOROLÓGIAI
SZOLGÁLATÁNAK ÉLÉN

Az RGK elnökének előterjesztése alapján az ülés megvizsgálta az *aeroklimatológiai* kézikönyv összeállításában eddig végzett munkát és egyetértett azzal, hogy e kézikönyvbe föl kell venni a repülés-klimatológiai adatokat is. Ideiglenes megállapodás született arról, hogy milyen repülés-klimatológiai paraméterek szerepeljenek majd az összeállításban, a végleges formát azonban az RGK és RGSAM munkacsoportoknak még egyszer meg kell vizsgálniuk. A *napsugárzásmérések* jobb gyakorlati felhasználását sürgetve a konferencia felhívta a szolgálatokat, hogy kiértékelt sugárzási adataikat közvetlen gyakorlati alkalmazásnak megfelelő formában bocsássák a népgazdasági szervek rendelkezésére. Szükséges továbbá a sugárzásmérések technikájának, az adatfeldolgozási és tárolási eljárásoknak tökéletesítése, valamint a nemzeti standardok összehasonlítása.

A konferencia megállapította, hogy a szocialista országok a Nemzetközi Hidrológiai Dekád keretében nemcsak nemzeti, hanem nemzetközi síkon is jelentős eredményeket könyvelhetnek el a modern hidrológia problémáinak megoldásában. Ezért továbbra is részt kell venni a nemzetközi hidrológiai programok végrehajtásában, tekintettel a növekvő gyakorlati fontosságukra.

A kutatások helyzetét értékelve az ülés ajánlást hozott a rendszeres *ózonsondázás* mielőbbi megindítására, tekintettel az ózon szerepére a légkör energiaháztartásában. A felszállások az NDK gyártmányú, elektrokémiai ózonsondával heti egy alkalommal, szerdai napokon indulnak majd meg.

Az RGKNIR elnökének előterjesztésére a konferencia részletesen megvitatta a *közös kutatások* helyzetét és kereste a kooperáció javításának lehetőségeit. A jelen tervidőszakban végzett közös kutatómunka eredményeiről 1975 végére értékelő jelentés készíthető. Ugyancsak az RGKNIR javaslata alapján az ülés együttműködési tervet hagyott jóvá a szocialista országokban 1976—80 között megoldandó kutatási feladatokra. Ez a 21 témára kiterjedő dokumentum tartalmazza minden egyes téma célkitűzését, a résztvevő országokat, a tudományos vezető személyét és a határidőket.

Az értekezlet idején három tudományos előadás hangzott el, azonfelül a rendezőség érdekes szakmai programról is gondoskodott. A résztvevők tanulmányi kiránduláson tekintették meg a Jaslovské Bohunice-i atomerőmű meteorológiai biztosítására szolgáló obszervatóriumot, valamint a Pozsonyhoz közeli Javorňanykon levő, ideális környezetben fölépített radar- és műholdvevő állomást. Az V. (XIII.) Igazgatói Konferencia kellemes, baráti légkörben zajlott le, amiért köszönet illeti a vendéglátó Szlovák Hidrometeorológiai Szolgálat igazgatóját, *F. Šamačj-t* és munkatársait.

Mezősi M.



Tekintettel arra a szoros és gyümölcsöző kapcsolatra, amely a magyar és szovjet meteorológusokat az operatív és kutató munka minden területén összefűzi, fontos és megtisztelő kötelességünknek érezzük *E. K. Fjodorov* akadémikus, a nagy nemzetközi jelentőségű tudós nyomába lépő új vezető, *Ju. A. Izrael'* professzor bemutatását.

A Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának új vezetője, *Ju. A. Izrael'* professzor, a fizikai-matematikai tudományok doktora. Mostani magas beosztásába igen tiszteltéremeltő tudományos pályafutás után került. Taskentben született 1930. május 15-én és a taskenti egyetem fizikai-matematikai fakultásán 1953-ban fejezte be egyetemi tanulmányait. Ettől kezdve a moszkvai Alkalmazott Geofizikai Intézetben dolgozott tudományos munkatársként, 1963-tól az egyik laboratórium vezetőjeként és egyben igazgatóhelyettesként, majd 1969-től 1973-ig az intézet igazgatójaként. 1963-ban lett a fizikai-matematikai tudományok kandidátusa és 1969-ben a tudományok doktora. 1973-ban elnyerte a professzori címet.

A Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálat vezetőjének első helyettesévé 1970 augusztusában nevezték ki. Szűkebb szakterülete, tudományos tevékenységéből következően, a környezetvédelem. Több mint 40 műve jelent meg, közöttük három monográfiai is, amelyeket a *nukleáris geofizika, a meteorológia és atomenergia, és a környezetvédelem* kérdéseiről írt.

Nemzetközi értekezleteken, konferenciákon és szimpóziумokon több mint 20 előadást tartott. Számos esetben képviselte hazáját különféle nemzetközi értekezleteken, többek között az *Izotópok a hidrológiában* c. szimpóziумon

1970-ben Bécsben; a *Magreakciók békés felhasználása* c. konferencián 1971-ben ugyancsak Bécsben; az atomenergia békés felhasználásával foglalkozó IV. genfi konferencián 1971-ben; a környezetvédelemmel foglalkozó „monitoring” szakértők kormányközi értekezletén 1974-ben Nairobin; az *Ember és a bioszféra* UNESCO-program keretében a „Szennyezőanyagok hatása a bioszféra állapotára” c. terv végrehajtására szervezett részértői csoport értekezletén elnökként 1974-ben Moszkvában stb. 1974 áprilisa óta — Fjodorov akadémikus megüresedett helyén — rendszeresen részt vett a Meteorológiai Világszervezet Végrehajtó Bizottságának ülésein, a bizottság ideiglenes tagjaként.

Nem kétséges, hogy *Jurij Antonievics Izrael* professor a rá váró nehéz, de szép és lelkesítő feladatok végrehajtására minden szükséges adottsággal rendelkezik. Dinamikus egyénisége, nemzetközileg is magas szinten elismert tudományos munkássága, kiváló kvalifikációja, mind biztosított erre. A magunk részéről munkájához sok sikert és jó egészséget kívánunk.

Czelnai R.

*

AZ RA VI. ÜLÉSE BUKARESTBEN

A *Regional Association VI.*, vagyis a WMO európai régiójához tartozó meteorológiai szolgálatok négyévenként esedékes ülését Bukarestben rendezték meg 1974. szeptember 16—25. között, amelyen 96 delegátus, ill. megfigyelő vett részt a régió tagállamaiból, más régiókból, nemzetközi szervezetekből és a WMO titkárságáról. Hazánkat *Czelnai Rudolf* az OMSZ elnöke, *Kapovits Albert* osztályvezető és *Mezősi Miklós* műszaki vezető képviselték. A régió legutóbbi rendes ülését Várnában tartották 1970-ben, azonban az Időjárás Világszolgálat (WWW) megvalósításával kapcsolatban oly sok probléma merült fel, hogy 1972-ben Luzernben rendkívüli értekezletet kellett szervezni.

A konferencia megnyitására *D. A. Davies*, a WMO főtitkára is Bukarestbe érkezett és beszédében hangsúlyozta, hogy az ülésre olyan időben kerül sor, amikor a meteorológia szerepe a társadalmi és a gazdasági fejlődésben általánosan elismertté vált. A meteorológia ma már rendelkezik olyan eszközökkel, amelyekkel hatékonyan részt vehet az emberiség fontos problémáinak megoldásában, mint a környezetvédelem, vagy a világ élelmiszer termelésének növelése.

A munka két bizottságban folyt: az egyikben *Czelnai Rudolf*, a másikban pedig a holland *M. V. F. Schregardus* elnökölt, míg a plenáris üléseket a régió elnöke, a svájci *R. Schneider* vezette. A napirend legfontosabb pontjai az Időjárás Világszolgálat megfigyelő, távközlő és adatfeldolgozó alrendszerének működését tárgyalták; erről az alábbiakban bővebb tájékoztatást adunk.

Az ülés megállapította, hogy a 70-es évek végéig továbbra is a *talajfelszíni észlelések* képezik a meteorológiai információk zömét regionális és nemzeti szinten egyaránt, bár az úrbázisú (műholdas) megfigyelések jelentősége fokozatosan nő. Az európai régióban a szinoptikus, ill. rádiószondázó állomások száma és az észlelések gyakorisága általában kielégítő — kivéve a kontinens délkeleti részét — és lényegesen jobb, mint más régiókban, pl. Afrikában, vagy Dél-Amerikában. A WMO megvizsgáltatta, hogy az európai régió szinoptikus és magaslégköri észlelései milyen késéssel és rendszerességgel érkeznek meg a washingtoni világgézpontba. A vizsgálat 1974 márciusában zajlott le és ezt a statisztikát azzal a jóleső érzéssel olvashattuk, hogy Magyarország igen előkelő helyet foglal el a listán: a főterminusokban a vizsgált magyar főállomások jelentései az észleléstől számított egy órán belül (!) 97—100% gyakorisággal megérkeztek a washingtoni világgézpontba. A budapesti és szegedi TEMP-ek pedig a szonda felbocsátásától számított 2 órán belül 65—70%-os, míg 3 órán belül 90—100%-os gyakorisággal jutottak Washingtonba. Ezzel hazánk a régió 35 tagállama közül a TEMP-eknél az első hat között szerepel, a SYNOP-oknál pedig az 5. helyet foglalja el. Az igen jó eredményért köszönet illeti a főállomások észlelőit, a rádiószondázókat és a hírközpont dolgozóit.

Behatóan foglalkozott az ülés a NAOS (*North Atlantic Observation Stations*) program helyzetével. Ismeretes, hogy az Egyesült Államok 1975. július 1-től visszavonja az Atlanti-óceánon állomásozó időjelző hajóit (lásd *Időjárás* 1973. 5. sz.) Az abszolút minium négy hajó fenntartása lenne az Atlanti-óceánnak a régióhoz tartozó területén. A hajók további üzemeltetését valamennyi európai ország rendkívül fontosnak tartja, mivel lehorgonyzott bójákra szerelt automata állomásokkal nem pótolhatók a hajók észlelései, azonkívül a műholdas függőleges hőmérsékleti profil-mérések kiértékeléséhez a talajadatok referenciaként továbbra is szükségesek.

Az úrbázisú megfigyelő alrendszer kiépítése tervszerűen folyik: 1976 végén várható a METEOSAT, és 1977-ben a *szovjet geostacioner* műholdak fellövése. Mindkettő jól vezetett lesz Európában és a tervezett két amerikai és egy japán műhoddal együtt az egész Földről állandó, ún. *real-time* felhőinformációt nyújtanak majd, egyéb, távközlési és adatgyűjtési funkciók mellett. Franciaország bejelentette, hogy — Európában elsőként — saját berendezéssel rendszeresen veszi és kiértékeli az amerikai műholdak VTPR (vertikális hőmérsékleti profil) méréseit.

A WWW távközlési alrendszerében az európai régió 74 nemzetközi összeköttetést üzemeltet: ezek között vannak 1200/2400 Bbps, telekommunikációs komputereket összekapcsoló vonalak és vannak hagyományos, 50 Bd-

os távgepíró összeköttetések is. Első ízben halottunk arról, hogy a régióból más kontinensre geostacioner távközlési műhold segítségével végzik a meteorológiai adatcserét: a nyugat-afrikai Dakar és Párizs között már működik ilyen összeköttetés, a kelet-afrikai Nairobi és Offenbach között pedig 1974-ben indul meg a forgalom a 99%-os üzembiztonságot ígérő távközlési műholdon át.

A WWW távközlési alaprendszere, a GTS (*Global Telecommunication System*) kifogástalanul működik a régió sok országában, s ennek értékét az angol Mason találóan így összegezte: „A GTS napjainak gyakorlati csodája, az egész világra kiterjedő, éjjel-nappal üzemkész, országonként más-más főhatóság irányítása alatt álló hálórendszer.” A szocialista országokban némi elmaradás mutatkozik a GTS megvalósítása terén, habár a moszkvai világközpontban már komputeres szelektálják a 20 regionális vonalon beérkező anyagot és befejeződött a prágai távközlési számítógép próbaüzeme is. A Prága—Budapest—Bukarest regionális fővonal viszont még nem épült ki, holott ez fontos szerepet játszik, mint a világközpontokat összekapcsoló ún. főtörzsvonal egyik tartaléka, kerülő iránya. Éppen ezért szolgálunk a közeljövőben koncentrált erőfeszítéseket tesz, hogy a lemaradást behozva, Budapest is minél hamarabb bekapcsolódjék a GTS-be.

A WWW új, sajátos problémája is szőnyegre került az ülésen: A világ- és regionális központok nagyteljesítményű számítógépei egyre több *feldolgozott információt* képesek nyújtani a nemzeti központoknak. Ha ezeket mind térképes formában, analóg fakszimilén továbbítanák, akkor ez a regionális vonalak üzemidejét nagyrészt lekötné. A szakértők három alternatívát javasoltak: gyorsítani a jelenlegi 120 sor/perc sebességű fakszimile átvitelt, vagy áttermi a kódot, digitális képtovábbításra, ill. alfanumerikus formában, rácspontertékekkel adni a térképes információt. Mindegyik forma súlyos anyagi következményekkel jár, és így érthető, hogy döntés még nem született.

Az ülésen szolgálunk jelezőkönyvi elismerésben részesült az *Európai Klímaatlasz* elkészítésében kifejtett munkájáért. (Az atlasz első kötete már megjelent, a második térkép-nyaga készen áll, a harmadik kötet térképeit pedig most kell előkészíteni.) A további klímaatlaszok kiadásáról viszont élénk vita alakult ki, mivel egyes országok véleménye szerint az átlagértékekből rajzolt térképek alapján a meteorológiai szempontból tájékozatlan felhasználók könnyen téves következtetésekre, hibás döntésekre jutnak.

A régió tagállamai megegyeztek, hogy a pyrhielométerek ötvenévkénti hitelesítését a svájci Davosban rendezik meg 1975-ben, a pyrriadiométereket pedig 1976—77-ben Belgiumban kalibrálják majd. A konferencia köszönettel fogadta az NDK ajánlatát az európai

ózon-központ Potsdamban történő felállításáról.

A konferencia 8 munkacsoportot alakított és 3 rapportórt bízott meg az ügyek intézésével. Az *éghajlati adatszolgáltatás* c. munkacsoportnak magyar elnöke lett *Zemplényi Lászlóné* tud. csoportvezető személyében, míg a sugárzási munkacsoportban továbbra is közreműködik *Major György* osztályvezető.

Az ülésszak a régió elnökévé a következő négyéves időszakra egyhangúan a svájci *R. Schneidert*, alelnökévé pedig *Czelnai Rudolfot* választotta meg.

Mezősi M.

*

KLESZKY ISTVÁN NYUGALOMBA VONULT



34 munkában töltött esztendő után, amelyből 17 éven át dolgozott intézményünk szakfordítójaként, 1974. június 1-én nyugalomba vonult *dr. Kleszky István* főelőadó, az Országos Meteorológiai Szolgálat nemzetközi kapcsolatok osztályának munkatársa.

1957-ben az Országos Meteorológiai Intézet könyvtárában kezdte meg tevékenységét, alapító tagja és pillére volt az akkoriban alakuló külügyi csoportnak, majd a külügyi osztálynak és nemzetközi kapcsolatok osztályának. Szakfordítói-levelezői munkakörét külföldi tanulmányokkal elmélyített kimagasló nyelvtudással: kiváló német, angol, orosz és francia nyelvtudásával, tiszteletre méltó intenzitással és könnyedséggel látta el. Fordításainak magas szintjét ragyogó nyelvi képességein kívül jogi végzettsége, kiváló diplomáciai érzéke, a meteorológia különböző szakterületeiről munkája során szerzett áttekintése és magas fokú intelligenciája biztosította. E tulajdonságai személyét a szigorúan vett beosztásán túl nemzetközi meteorológiai kapcsolataink jogi szakértőjévé, a jó kapcsolatok biztosításának dip-

lomatajává is tették. Tevékenységének magasra értékelése szolgálatunk részéről többek között abban nyilvánult meg, hogy a Meteorológiai Világszervezet négyévenként ülésező kongresszusaira utazó magyar delegációnak 1959 óta rendszeresen tagja volt.

Udvariassága, segítőkészsége és szívporkázó szellemessége következtében ritka népszerűségnek örvendett szolgálatunk dolgozói körében. A fiatalabb korosztályokkal egyenlőben vette ki részét a társadalmi munkából.

Nem frázis, ha azt mondjuk, hogy *Kleszky István* a korát meghazudtoló friss gondolkodás, élénk szellem jellemzi, amelyhez fiatalos, férfikora delén levő embertől megszokott megjelenés járul. Ezért nehéz róla elhinni, hogy már elérte a nyugdíjas kort. De kiegészítve az eddig elmondottakat azzal, hogy még most is kitűnő sportoló, egyik-másik sportágban még a versenyzés idegi és fizikai megterhelését is jól bírja, akkor joggal remélhetjük — egyben kívánjuk is —, hogy *Kleszky István* még sok éven át aktív dolgozóhoz illő kedvvel, lendülettel tevékenykedik majd.

Mindnyájunk nagy öröme szolgál, hogy miután elérte egyéni elképzeléseinek, különböző művészetek iránt érdeklődésének kielégítéséhez több időt biztosított — és csak ezért áhított — nyugdíjas kort, sokoldalú képességeit, tapasztalatait és tudását bár korlátozott időtartamban, de tovább gyümölcsözteti szolgálatunk érdekében. Folyóiratunk hasábjain kívánunk neki körünkben és más területeken is további eredményes alkotómunkát, hozzáfűzve köszönetünket az „Időjárás” cikkeinek és összefoglalóinak fordításával több éven át végzett kiváló munkájáért is.

Pataki M.

*

KARSZT ÉS KLÍMA KONFERENCIA

A Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat, a Magyar Meteorológiai Társaság és az MTA Pécsi Bizottságának Műszaki, Kémiai és Földrajztudományi Szakbizottsága — ez utóbbi úgy is mint házigazda — 1974. szeptember 2—4 között külföldi (csehszlovák, román, szovjet) előadókkal és résztvevőkkel Pécsen konferenciát rendezett.

A címben megjelölt konferencia-téma igen érdekes új nézetek ismertetésére adott alkalmat a karsztformák keletkezését illetően. Az előadók (*Jakucs László, Balázs Dénes, Láng Sándor, Fodor István*) a karsztkeletkezést — szemben a mechanikus-energia felhasználását feltételező folyamatokkal, a víz oldó hatása mellett az éghajlat eredményének tekintik. Természetesen mézskőből és dolomitból fölépülő felszín esetében. A keletkezett karsztformák sajátos kísérője a karsztbarlang. A barlangokban méretüktől, nyílt vagy zárt voltuktól és — nem utolsósorban — továbbra is a külső éghaj-

lattól függően más és más mikroklíma alakul ki. A karsztok vízgazdálkodása ismét csak az éghajlat által determinálva függ a növénytakarótól és mindazoktól a körülményektől, amelyek a mikroklímát is létrehozzák.

Erről a második témacsoportról az előadók (*Lehmann Antal, Böcker Tivadar, Dénes György*) úgy referáltak, hogy az általuk elmondottakhoz külön karszt- és barlangmorfológiai bevezetés nélkül kapcsolódhattak azok a kutató és gyógyító orvosok, akik a barlangokat — meggyőző experimentális előzmények nyomán — különböző, főként légzőszervi megbetegedések kezelésére alkalmazzák (*Páter János és Kövesi Gyula, valamint munkatársaik, Szűcs Endre, Somogyi József, Balogh Zoltán*).

A külföldi előadók ismertették hazájuk egy-egy barlangját, amelyet szintén gyógyítási célokra vagy célokra is használnak. Így *Szabó László és Pálfi Mihály* (SZU) az aknaszlatinai, *Roda István—Rajman László* (Szlovákia) a délszlovákiai, *Viehmann József* (Románia) a Bihar-hegységben található Scarisoara-i barlang kutatásának eredményeit és gyógyítási lehetőségeit tárgyalta, többnyire gazdag ábra- és színes diaképanyag kíséretében.

Az előadás csoportokat követő viták során kitűnt egyrészt a „karszt és klíma” konferencia címében is kifejezett kapcsolat komplexitása, másrészt az, hogy a kutatómunka eddig is és még inkább a jövőben új módszereket és — nem utolsósorban, főleg meteorológiai vonatkozásban — szintén új, különlegesen érzékeny, a gépi adatfeldolgozáshoz is kapcsolható műszereket kíván. Az előadások második részét a tanulmányút keretében meglátogatott Abaliget-i barlangban és a hozzá kapcsolt szanatóriumban tartották meg.

Kéri M.

*

EGYÜTTMŰKÖDÉSI EGYEZMÉNYEK

Pethő György, a gödöllői Agrártudományi Egyetem rektora és *Czelnai Rudolf*, az OMSZ elnöke 1974. július 15-én az Egyetem és az Orsz. Meteorológiai Szolgálat között 1980-ig érvényes együttműködési egyezményt írt alá. A megkötött egyezmény értelmében a két intézmény — figyelembe véve az agrártudományok és a meteorológia hazai és nemzetközi vonatkozású tudományos és operatív feladatait, népgazdaságunk érdekeit —, az adatgyűjtés, a tudományos kutató és oktatói tevékenység hatékonyabb és gazdaságosabb megoldása érdekében együttműködik. Az együttműködés a mezőgazdaság természeti erőforrásaival kapcsolatos tudományos és gyakorlati feladatok megoldására vonatkozik, különös tekintettel a természeti erőforrások feltárására és nyilvánartartására, a mezőgazdaság kemizálása, gépesítése és vízgazdálkodása terén jelentkező beavatkozásokra, a természeti erőforrások védel-

mére, az űrkutatási eredmények mezőgazdasági, vízgazdálkodási és meliorációs hasznosítására.

A két intézmény vezetője az adott szakterületekre vonatkozó hazai és nemzetközi adatok összehangolt gyűjtésén túl azok rendezését, kölesönös rendelkezésre bocsátását (adatbank létesítését) is elhatározta. A közös adatgyűjtési és kísérleti munkákból származó tudományos eredmények közlésénél törekednek a közös publikációkra, de külön, egymásra való hivatkozással is közzé tehetik azokat.

Az egyetemen folyó különböző szintű és jellegű képzésben növelni kívánják a meteorológiai oktatás jelentőségét speciális előadásokkal, a gyakorlati oktatás hatékonyságának emelése érdekében pedig az OMSZ demonstrációs eszközöket bocsát az egyetem rendelkezésére. Az adatgyűjtő hálózatok fejlesztési terveinek összehangolása biztosítéka lesz az eredményes kutatómunkának.

Az egyezményben rögzített meteorológiai feladatok végrehajtásával az OMSZ elnöke a Központi Légtérfizikai Intézet igazgatójának vezetésével működő OMSZ-bizottságot bízta meg.

Antal E.

*

NEMZETKÖZI LÉGELEKTROMOSSÁGI KONFERENCIA

Az IAMAP (*Meteorológiai és légkörfizikai nemzetközi asszociáció*) lélegelektromossági bizottsága a Meteorológiai Világszervezet közreműködésével 1974 szeptember 2—7 között tartotta ötödik lélegelektromossági konferenciáját az NSZK-beli Garmisch-Partenkirchenben. Közel 200 résztvevő, 12 előadás — felkérésre —, 100 korreferátum és számtalan hozzászólás a konferencia formális mérlege. A nagy számok mögött az érdeklődők gazdag tartalmat is találhattak. A jórészt fizikusokból és meteorológusokból álló összejevetel — melyen magyar részről *Kozák Béla* igazgató és e sorok írója vett részt — a légköri elektromos folyamatok természetére, mérésére, modellezésére vonatkozó legújabb ismeretek, eredmények és nézetek kicserélése volt.

A felkérésre tartott előadások az ionok keletkezéséről és természetéről, a ténylegesen meglévő (nem modellezett) lélegelektromossági mező szerkezetéről, a lélegelektromosság mérésére szolgáló műszerekről, a zivatarfelhők elektromos viselkedéséről, az egyes bolygók elektromos mezejének meghatározásáról, lélegelektromossági modellekről adtak összefoglalást.

A korreferátumok — rövidségük ellenére — szintén sok érdekes kérdést vetettek fel. Így többek között vizsgálták a levegő elektromos vezetőképességének változását a városi — ipari légszennyeződés változásának függvényében. A kapcsolat igen szorosnak mutatkozott.

Értékes és érdekes színtöltő volt a konferenciának *H. E. Landsberg* előadása, aki a lélegelektromossági kutatások fontosságát a meteorológia más ágazatai szempontjából értékelte.

A Meteorológiai Világszervezet *Technical Note* sorozatában a közeljövőben jelenik meg a lélegelektromossági meteorológiai vonatkozásairól szóló összefoglaló. Ennek kivonatát *R. D. Bozskov* ismertette.

A résztvevők megtekintették a Garmisch-Partenkirchen közelében nemrég felépült Légtér Környezeti Kutató Intézetet, majd ennek egyik hegyi laboratóriumát. Mindkét munkahely a legkorszerűbb műszerekkel és adatfeldolgozó berendezésekkel van felszerelve, programjuk a sugárzás, légszennyeződés, elektromos jelenségek mérése.

A konferencia házigazdája, egyben az intézet igazgatója *R. Reiter* minden szempontból alaposan, körültekintően szervezte és irányította az egyhetes programot.

Ambrózy P.



HIDRO- ÉS AGROMETEOROLÓGIAI TANULMÁNYÚT LENINGRÁDBAN

1974. májusában a TESCO szervezésében e sorok írója, mint a Központi Légtérfizikai Intézet tudományos főmunkatársa tanulmányúton vett részt a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának Geofizikai Főobszervatóriumában (GGO).

A tanulmányút egyik témája a tavak és víztározók sugárzás- és hőháztartásának vizsgálatára vonatkozó módszerek tanulmányozása volt. Állóvízek párolgási veszteségének meghatározása céljából, a komplex hidrometeorológiai kutatások keretében energiaháztartási mérések folynak a Szovjetunióban, a GGO szervezésében. A konkrét mérések és kutatások tapasztalateseréje különösen a sugárzási összetevők mérését és számítását illetően (albedó, víz-szín és átlátszóság, vízbe behatoló sugárzás mérése és számítása, a zivizevetáció befolyása az energiaháztartásra stb.) jól használható a hasonló jellegű hazai kutatásokban.

A tanulmányút másik témájaként a növény-állományok meteorológiai rendszerének, fotoszintézisének és növényfiziológiai sajátosságainak vizsgálatát jelöljük meg. A korszerű agrometeorológiai kutatások célja, hogy hatékonyan szolgálják a mezőgazdasági növények termeléhezámának növelését. E körülmény megkívánja, hogy minél pontosabban ismerjük a főbb mezőgazdasági kultúrák hő- és vízigényét, zöldtömeg- és szárazanyagtermelését, fotoszintézisét. A kapcsolatok feltárását szolgáló kutatások alapot nyújtanak a törvényszerűségek megismerésére, s annak megállapításához, hogyan segíthetjük elő a zöldtömeg és a szárazanyag megfelelő arányú növelését. A Szovjetunióban a kiterjedt agrometeorológiai kutatá-

sok keretében jelentős eredményeket értek el ezen a területen. A közelmúltban elindított hazai kutatások szempontjából a tanulmányúnak ez a része is igen hasznos volt. A tapasztalatsere kiterjedt a növényállományok fotoszintézisének és széndioxid profiljának mérési és számítási módszereire, különböző tulajdonságok cseréjének számítására a növényállományon belüli profilmérések alapján, a hő- és nedvességellátottság fotoszintézisre gyakorolt hatásának, valamint a szárazanyag és zöldtömeg alakulásának vizsgálatára a fotoszintézis és a párolgás általi vízvesztés függvényében.

A GGO munkatársainak készséges tájékoztatása kutatásainkhoz hasznos segítséget nyújtott.

Dávid A.

*

A METEOR-18 APT-HOLD FELLÖVÉSE

1974. július 9-én a Szovjetunióban felbocsátották a Meteor-18 elnevezésű meteorológiai műholdat. A hold 885 km-es átlagos magasságban 102 perc 34 másodperc alatt kerül meg a Földet, 25,78 fokos pályanövekménnyel. A pályasíkna az Egyenlítő síkjával alkotott hajlásszöge 81,2 fok. A műhold a Meteor-sorozatnak azon tagját képviseli, amely a megfigyeléseknek a közvetlen kisugárzását biztosítja. A megfigyelő rendszer sugárzás (letapogató) képeket szolgáltat a földfelszínről és a felhőtakaróról a látható tartományban. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Központi Légkörfizikai Intézetében elhelyezett műholdvevőállomáson augusztus 16-án vették először a műhold adatait. A műhold felbocsátása összefüggésben van a GARP „TROPEX” elnevezésű kísérleti programjával (június 17 — szeptember 19).

Tánczer T.

*

TANULMÁNYÚT A CSAPADÉK HOSSZÚ SORAINAK ANALÍZISE TÉMAKÖRBE

1974. július 1—10 között Adámy Lászlóné, a Központi Légkörfizikai Intézet tudományos főmunkatársa a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának leningrádi Geofizikai Főobszervatóriumában volt tanulmányúton, a csapadék hosszú sorainak analízise témakörben. E tématerületen a leningrádi GGO-ban komoly kutatómunka folyik évek óta, szép eredményekkel. Hazánkban e kutatási téma az emberi tevékenység klímamódosító hatásainak keretében merült fel, s a kisebb országok szerényebb lehetőségeihez mérten, viszonylag szűkebb adatbázison megkezdtük a hazánk csapadékklimájához közvetlenül kapcsolódó földrajzi térség csapadéksorainak elemzését. A munka számos módszertani problémát vetett föl, amelynek megoldásában a GGO e témában

nagyon járatos szakemberei, Drozdov professzor és munkatársai nagy segítséget nyújtottak. A módszertani kérdések elsősorban a csapadéksorokban fellelhető ciklikus ingások minél korrektebb matematikai elemzésére irányultak. Hazai szakirodalmunkban a csapadékciklusok elemzésére a harmonikus analízist használják. A WMO ajánlások szerint a legteljesebb módszernek a spektrális elemzés tekinthető, ennek végrehajtása azonban csak nagy számítógépen lehetséges. A legjellegzetesebb ciklusok kiválogatása és jellemzésük egyszerűbb eljárással is megoldható. Drozdov professzor a csapadéksorok belső struktúrájának elemzésére az autokorrelációs függvény elkészítését javasolja, abból a megfontolásból kiindulva, hogy a meteorológiai elemek hosszú sorozata általában nem tekinthető stacionáriusnak, így ingásaikra nem a fix periódusok, hanem a bizonyos időintervallumban fellépő ciklusok jellemzők.

E nagyon lényeges módszertani információk mellett sor került a meteorológiai sorok elemzésének, mint a klímaváltozások kutatására szolgáló eljárásnak elvi megvitatására. Drozdov professzor széles látókörű magyarázatán kívül megnyitott a fizikai-klimatológiai és légszennyeződéskutatásban résztvevő szakemberekkel folytatott eszmecserére is, a meteorológiai elemek hosszú sorozatában észlelt változások fizikai okairól, az antropogén tényezőkkel való összefüggésük feltárásának lehetőségeiről.

Fontosnak tartjuk elmondani, hogy a GGO-ban klímaingásokra vonatkozó matematikai-statisztikai elemzés eredményeit a hosszútávú előrejelzésben a szokásos prediktorok mellett beépítik a számítógépes analízis, így a klímakutatás eredményei a mindennapi gyakorlatban realizálódnak.

A GGO klímakutató osztálya figyelmes, alapos és nagyon szívélyes kollegiális segítséggel biztosította a munkafeltételeket a tanulmányút sikeréhez.

Koflanovits E.

*

METEOROLÓGIAI TEVÉKENYSÉG GAZDASÁGI HATÉKONYSÁGÁNAK FELMÉRÉSE TANZÁNIÁBAN

A meteorológiai tevékenység hatékonyságának módszeres vizsgálatára a Meteorológiai Világszervezet 1973-ban ún. 6 ország programot hozott létre. A programban Kolumbia, Magyarország, Sri Lanka, Svájc, Tanzánia és Tunézia vesznek részt.

A Tanzániában végrehajtandó költség/hason felmérés előkészítésére a WMO a magyar szolgálat szakemberét, Szepesi Dezso főosztályvezetőt küldte. Az előkészítésre 1974. július 8—27 közötti időszakban került sor. A Dar es Salaam-ban, Morogoróban és Arushaban töltött három hét lehetővé tette a főbb létesít-

mények meglátogatását, szolgáltató részlegek munkájának megismerését, a szükséges adatok gyűjtését, rendszerezését és a kérdőíves fölmérés előkészítését.

A Tanzániában, illetve Magyarországon gyűjtött ez irányú tapasztalat felhasználásával modellt készült a kérdőíves fölmérésből származó információk analizisére.

A szakértői küldetés eredményei alapján lehetővé válik, hogy a meteorológiai tevékenység gazdasági hatékonyságáról egy fejlődő afrikai országban is fölmérés készüljön, még valószínűleg 1975-ben.

Sz. Lőrincz A.

*

MEGALAKULT A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG PÉCSI CSOPORTJA

A „Karszt és klíma”-konferencia keretében Pécsen 1974. szeptember 3-án az MMT-nak a konferencián résztvevő, túlnyomórészt pécsi tagjai elhatározták, hogy Baranya megye és a Dél-Dunántúl éghajlati erőforrásainak — közzöttük a gyógyhelyek és barlangok klímájának — feltárásában, a környezetvédelem sajátosan jelentkező dél-dunántúli feladatainak megoldásában, az időjárás káros jelenségeinek (pl. jég-eső) elhárításában tudományos és társadalmi háttérrel biztosítanak az MMT Pécs székhellyel működő csoportja útján.

Ezeket a feladatokat *Béll Béla* akad. lev. tag, az MMT elnöke vállalta, s ezután a jelenlevők egyhangú lelkesedéssel az MMT pécsi csoportja elnökévé *Páter János* tszv. egyetemi tanárt, a POTE Közegészségtani Intézete igazgatóját, társelnökeivé *Simor Ferenc* kandidátust, az MTA Dunántúli Tud. Intézete ny. tud. főmunkatársát és *Wirth Endre* főosztályvezetőt, a Tenkes-hegyi jégeselhárító poligon előmunkálatainak irányítóját, titkárává *Fodor István* tud. munkatársat választotta. A frissen megalakult csoport nevében *Páter János* elnök tett nyilatkozatot, melynek alapján megalapozott az a remény, hogy az MMT pécsi csoportja — hasonlóan a már sok év óta eredményesen működő szegedi csoporthoz — élénk és ugyan-csak eredményes tudományos egyesületi életet fog folytatni.

Kéri M.

*

A GARP ATLANTI TRÓPUSI KÍSÉRLETEI

1974. június 17-én kezdődött el a globális légkörkutatósi program (GARP) keretében az atlanti trópusi kísérlet (GARP Atlantic Tropical Experiment — GATE) száznapos megfigyelési sorozata, amely mind célkitűzéseinek volumenét, mind pedig megvalósításának technikai apparátusát tekintve eddig példa nélkül áll a nemzetközi meteorológiai együttműködés évszázados történetében. A kísérletbe mintegy 70 ország közel 400 tudományos és technikai

munkatársa kapcsolódott be. Megfigyelési rendszerét kb. 40 oceanográfiai/meteorológiai hajó, közel 40 úszó bója, 13 műszeres repülőgép, különböző típusú ballonok, továbbá orbitális és geostacionárius mesterséges holdak alkották.

A GATE a globális légkörkutatósi program öt alprogramja egyikének, a trópusi alprogramnak a része. A trópusi alprogram a 10—100 km-es nagyságrendű trópusi folyamatok életciklusának tanulmányozását és a nagyobb léptékű légköri rendszerekkel való kölcsönhatásainak vizsgálatát tűzte ki feladatául. Ezekkel a kutatásokkal részben a trópusi légkör jelenségeinek az általános légkörzésben betöltött szerepét kívánják jobban megvilágítani, részben pedig a trópusi területekre kidolgozott numerikus előrejelzési modellek tökéletesítésé akarják elérni.

Az atlanti trópusi kísérletsorozat központi feladatát, a trópusi alprogram célkitűzéseivel igazodva, a trópusi hullámok, a trópusok közötti konvergencia-zóna és a konvekciós rendszerek alapvető tulajdonságainak számszerű leírása, belső szerkezetének analízise, energiaciklusának meghatározása és hemiszférius skálájú modellekben történő parametrizálhatóságának vizsgálata képezi.

A GATE során gyűjtött adatok archiválása a tervek szerint 1977 elejére fejeződik be, s a teljes archív anyag egy-egy példány a moszkvai és a washingtoni világközpontban kerül tárolásra. A világközpontok a felhasználók részére az igényelt adatokat a másolatkészítés és postázás költségeinek felszámításával juttatják majd el.

Götz G.

*

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG HÍREI

A Társaság *szegedi csoportja* által rendezett szakülésen, 1974. június 4-én *Fitometeorológia* címen *Pletser János* obszervatórium vezető és *Ábrányi Andor* tudományos segédmunkatárs, a martonvásári agrometeorológiai obszervatórium kutatói tartottak előadást.

Pletser János bevezetőül a fitotronokban folyó kutatásokról szóló általánosságban, majd a martonvásári fitotronban folyó meteorológiai kutatásokat ismertette. Bemutatta az időjárás programkészítés módszerét, az előkészítő meteorológiai adatfeldolgozástól az őszi búza és a kukorica tenyészidejére kidolgozott fény- és hőmérsékleti napi meneteket biztosító programokig.

Ábrányi Andor a fény színképi eloszlásának meghatározását célzó kutatómunkáról nyújtott áttekintést. Részletesen elemezte a megvilágítás, a növényhőmérséklet és a fotoszintézis napi menetének lefolyását és ezek összefüggéseit. Ezután bemutatta az általa készített *A fitometeorológia* című színes filmet.

Péczy György professzor, a szegedi csoport elnöke méltatta az előadók által elért kutatási eredményeket, hangsúlyozva azt, hogy azok iránt Szegeden különleges érdeklődés mutatkozik, miután ott is folynak — bár kisebb méretekben — hasonló vizsgálatok. A vita során *Kiss István* professzor rámutatott arra, hogy a meteorológus és a növényi élet kutatójának együttműködése már eddig is jelentős eredményeket hozott, ezért e kapcsolatok szorosabbra fűzése föltétlenül kívánatos. Biológus kutatók a „klímaprogramok” készítésével kapcsolatban tettek föl kérdéseket.

*

Társasági szakülésen — 1974. június 6-án — *Horváth Kálmán* a budapesti Műszaki Egyetem geodéziai intézetének docense *A látástávolság jelentősége a geodéziában* címen tartott előadást. Bevezetőben e kérdés nemzetközi és hazai irodalmát tekintette át, majd saját ez irányú kutatásait és eredményeit ismertette. Ennek keretében a sűrűlódási réteg hőmérsékleti és keretességi viszonyainak a légköri törésmutatóra gyakorolt hatásait elemezte, különös tekintettel a geodéziai mérések pontosságára. Az előadást követő vita során a hozzászólók műszer-problémákat vetettek fel, továbbá a látástávolság meghatározásának meteorológiai fontosságát hangsúlyozták.

*

A *Szerb Meteorológiai Társaság* egy csoportja 1974. június 6—9 között turistaként Budapesten tartózkodott. Ez alkalommal június 7-én délelőtt meglátogatták a Központi Előrejelző Intézetet, ahol *Varga-Haszonits Zoltán* igazgató fogadta a vendégeket és bemutatta az új intézetet. Ezután jugoszláv kollégáink a Központi Légkörfizikai Intézetet keresték fel, itt azonban idő hiányában már csak futó benyomást szerezhettek. Tiszteletükre ui. délután a Magyar Meteorológiai Társaság elnöksége baráti találkozót rendezett a MTESZ Ankerközi székházában, ahol *Zách Alfréd* társelnök üdvözölte a vendégeket. *Prof. Dr. Fedor Mesinger*, a Szerb Meteorológiai Társaság elnöke köszöntötte a magyar kollégákat, majd rövid tájékoztató keretében ismertette a belgrádi egyetem meteorológiai tanszékén folyó kutatómunkát és annak eddigi eredményeit. Az ezt követő baráti eszmecsere során az az egybe-

hangzó vélemény alakult ki, hogy ez az első személyes találkozó a szerb és a magyar meteorológiai társaságok kapcsolatának fölvételét jelenti, amelyet azonban követnie kell a tervszerű együttműködésnek. Jugoszláv kollégáink további programján fővárosunk kultúrális és művészeti nevezetességeinek megtekintésére szerepelt.

Szakály J.

*

ÚJABB ADALÉKOK A GÖMBVILLÁM KORSZERŰ ELMÉLETÉHEZ

„Két rejtélyes elektromos jelenség a szupervezetés és a gömbvillám; sokáig úgy vélték, hogy ezeket nem tudjuk fizikailag megmagyarázni. A szupervezetésre most már megvan a *Bardeen, Cooper, Schrieffer* elmélet, amelyben sok fizikus bízik. A gömbvillám elmélete még mindig problematikus.” Ezekkel a talaló szavakkal kezdte meg *Neugebauer Tibor* egyetemi tanár az Eötvös Loránd Fizikai Társulatban ez évi május 27-én tartott meteorológiai tárgyú előadását, amelynek címe: A gömbvillámok eredete.

Folyóiratunk olvasói bizonyára jól tudják, hogy *Neugebauer* professzor már közel négy évtizede foglalkozik a gömbvillám elméletével. Első alapvető dolgozata a *Zeitschrift für Physik* hasábjain jelent meg 1937-ben (106., 474), és ezzel nagyjában egyidőben az *Időjárás* megfelelő évfolyamában is. Ennek munkának egy új gyümölcsét tartalmazza a most elhangzott előadás.

Neugebauer megállapítja, hogy a gömbvillámra vonatkozó álláspontok két csoportba sorolhatók. A régebbiek szerint a gömbvillám pusztán egy kisülésnek a látható része. Az újabbak azonban önálló jelenségként fogják fel a gömbvillámot: a gömbvillám egy világító plazma, amely azáltal tűnik ki, hogy benne az ellentétes töltésű részecskék rekombinációja feltűnően lassan játszódik le. A rekombináció lassúsága mind ez ideig megfejtethetetlen látszott. *Neugebauer* professzor új eredménye egy olyan elméleti fizikai megfontolásnak a felállításából áll, amely a gömbvillámnak ezt a legtitokzatosabbnak látszó tulajdonságát elfogadhatóvá teszi.

Aujesky L.

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

A szerkesztésért felel: dr. Szepesiné Lőrincz Anna

Szerkesztőség: 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.

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

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

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató



74.2972 Athenaeum Nyomda, Budapest — Íves magasnyomás

Felelős vezető: Soproni Béla vezérigazgató

Előfizetés: egy évre 48 Ft, a Meteorológiai Társaság tagjainak 24 Ft. Befizetés a 232-90 171-2494 tagdíjbefizetési számlán.

Megrendelhető: Az Országos Meteorológiai Szolgálat Pénzügyi Osztályán, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. Levélcím:

1525 Budapest, Pf. 38. Megjelenik kéthavonként. Egyes szám ára 8 Ft.
