

Merrich,
Juan

IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

90. ÉVF. ★ 5. SZÁM ★ 1986. SZEPTEMBER—OKTÓBER

TARTALOM

Ecker, F. J.—Georgii, H. — W.: Légköri nehézfémek vizsgálata erdőben kémiai elnyelővel ellátott többfokozatos mintavevő segítségével (angol nyelven)	257
Weidinger Tamás: A talajközeli légréteg néhány jellemzője a szarvasi toronymérések alapján	266
Borbély Edit: A bolygóközi mágneses tér és a Föld légkörének változásai közötti kapcsolat	282
Koppány György: Néhány megjegyzés az időjárás és az éghajlat fogalmáról	295
Béll Béla: A Magyar Tudományos Akadémia meteorológiai kiadványai a XIX. században	300
Irodalom	310
Krónika	315

CONTENTS

Ecker, F. J.—Georgii, H. — W.: Analysis of airborne heavy metals in forest areas by a cascade impactor with chemical impinger (in English)	257
Weidinger, T.: Some characteristics of the surface boundary layer on the basis of the tower observations near Szarvas (Southern Hungary)	266
Borbély, E.: Relationships between changes in interplanetary magnetic field and the Earth's atmosphere	282
Koppány, Gy.: Remarks on concepts of the weather and climate	295
Béll, B.: Meteorological publications of the Hungarian Academy of Sciences in the 19th century	300
Literature	310
Chronicle	315

JOURNAL OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE

VOL. 90. ★ NO 5. ★ SEPTEMBER—OCTOBER 1986 ★ BUDAPEST

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata
Journal of the Hungarian Meteorological Service

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG — EDITORIAL BOARD

AMBRÓZY P. (Budapest)	MILOSHEV, G. (Sofia)
ANTAL E. (Budapest)	PRÁGER T. (Budapest)
BENGTSSON, L. (Reading)	PRUPPACHER, H. R. (Mainz)
BÖHME, W. (Potsdam)	RÁKÓCZI F. (Budapest)
BUDYKO, M. I. (Leningrad)	RENOUX, A. (Paris-Créteil)
FISHER, B. (Leatherhead)	ŠAMAJ, F. (Bratislava)
GEORGII, H. — W. (Frankfurt a. M.)	SPÄNKUCH, D. (Potsdam)
GÓTZ G. (Budapest)	STAROSOLSZKY Ö. (Budapest)
GULYÁS O. (Budapest)	SZEPESI D. (Budapest)
HAMAN, K. (Warsawa)	TAYLOR F. W. (Oxford)
HUŠAR, R. (St. Louis, Missouri)	TÁNCZER T. (Budapest)
KAPOVITS, A. (Budapest)	VARGA-HASZONITS Z. (Budapest)
KONDRATYEV, K. YA. (Leningrád)	VITEK, V. (Praha)
MAJOR Gy. (Budapest)	WHELPDALE, D. M. (Downsview, Ont.)
MESINGER, F. (Beograd)	WIRTH E. (Pécs)

Elnök — Chairman of the Editorial Board:

MÉSZÁROS ERNŐ (Budapest)

Szerkesztő — Editor:

SZEPESINÉ LÓRINCZ ANNA (Budapest)

Szerkesztőség: 1525 Budapest, Postafiók 38.

Előfizetés: 1 évre 300 Ft. Megrendelhető az Országos Meteorológiai Szolgálat Pénzügyi Osztályán
1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. Levélcím: 1525 Budapest, Pf. 38. Megjelenik kéthavonként.

Egyes szám ára 50 Ft

Editorial Office: H-1525 Budapest P. O. B. 38 — Hungary. This journal, published bimonthly
can be purchased from the distributor: KULTURA, H-1389 Budapest P. O. B. 149 — Hungary

The actual subscription rate is determined by the distributor

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 90. évf. 5. szám. 1986. szeptember-október
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 90. No 5. Sept-Oct. 1986. Budapest

Analysis of airborne heavy metals in forest areas by a cascade impactor with chemical impinger

F.-J. ECKER and H.-W. GEORGI, *Institute of Meteorology and Geophysics, University of
Frankfurt/Main, Feldbergstr. 47, D-6000 Frankfurt/Main 11,*

Légi köri nehézfémek vizsgálata erdőben kémiai elnyeletővel ellátott többfokozatos mintavevő segítségével. A tanulmány javított kivitelű többfokozatos aeroszol mintavevőt mutat be, amely alkalmas a nehézfémek mérésére alacsony háttér-koncentrációk esetén. A gáz halmazállapotú nehézfémek kimutatása céljából a mintavevőhöz elnyelető edény csatlakozik. A berendezést a Taunus hegységben (NSZK) alkalmazták. A mérési eredményeket a szerzők bemutatják és értékelik.

✱

Analysis of airborne heavy metals in forest areas by a cascade impactor with chemical impinger. This paper deals with the technical improvements of a cascade impactor for the collection of particulate heavy metals in areas of relatively low background-concentrations (i. e. forest areas), as well as the development of an impinger device employed in series with the impactor to detect gaseous heavy metals in the filtered air. Some results gained by the application of this newly developed device in the forests of the Taunus-mountain-range (FRG) are described.

✱

Introduction. The majority of environmental studies deal with sources, sinks and the transport of pollutants through the compartments of an ecosystem. Sampling, sample storage, -preparation and analytical procedure are therefore basic aspects of data interpretation.

Continued efforts directed to the development of improved sampling methods are needed, as sampling techniques are still areas of considerable weakness in many environmental studies. It is also necessary to design new sampling concepts for upcoming environmental problems.

This paper introduces a newly developed set of sampling instruments for the determination of particulate heavy metals. The basic problem was to collect airborne heavy metals in the relatively unpolluted air of a mountainous forest area and to design an adequate measuring device for this purpose.

In a relatively clean atmosphere the use of filter materials require long sampling periods. As the determination of size related mass concentrations during a short time period was desired the use of an impactor seemed the best method. The most widely used method for sizing particulate matter was developed on the principle of inertial impingement (*Marple, 1970*). Based on this principle a high volume cascade impactor was constructed. Combined with this impactor we designed a device to detect traces of heavy metals which had already passed the impactor as well as the aerosol back-up-filter.

Description of the impactor

The instrument consists of a series of five stages with decreasing jet width or jet diameter and distance between the jet exit and the impaction plate so that progressively smaller particles are collected on each successive

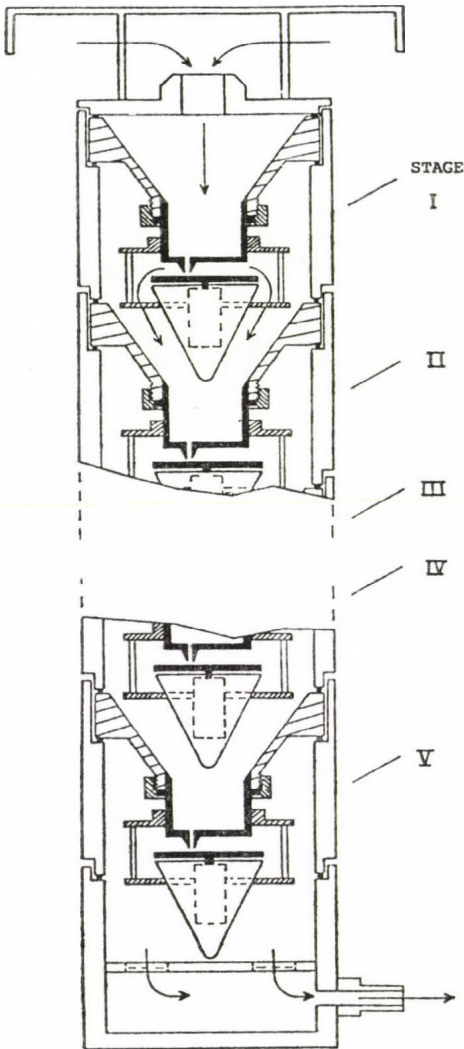


Fig. 1: Schematic diagram of the five-stage impactor

stage (Figure 1). Small particles with insufficient momentum to impact on the collecting plates are kept by a back-up-filter. Each stage consists of a PVC-funnel ending into a brass cylinder (Figure 2). The round jets at the bottom of this cylinder direct the air on the horizontally orientated impaction plate. The distance between the impaction plate and the jet exit is steadily adjustable.

The samples on each stage have to be sufficiently large to exceed the amount of background material present in the collection medium. Also some improvements of the impactor were necessary to minimize the sampling time in relatively clean air and to ascertain a significant sample load on each stage. An increasing number of round jets with decreasing jet width at each

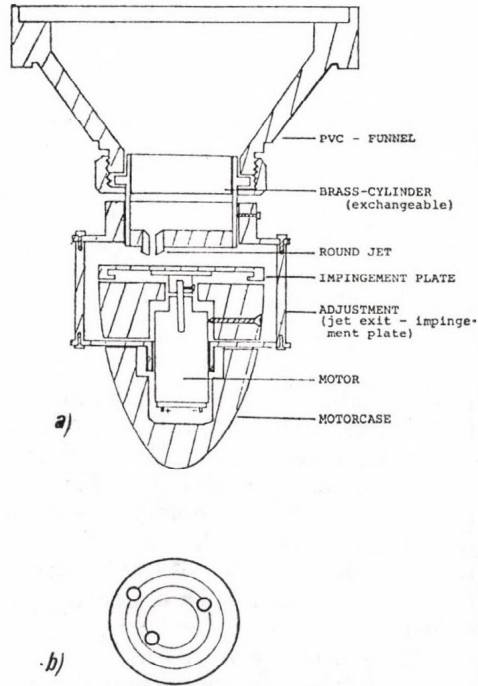


Fig. 2: a) Cross-section of an impactor-stage; b) concentric arrangement of the jets at the bottom of the cylinder

successive stage permit a higher flow rate and thereby ensure a sufficiently high amount of material on each stage within a relatively short sampling period (Table I).

TABLE I
Number of jets per stage and the respective, jet diameters

Stage	Number of jets	Jet diameter mm
1	3	6.3
2	4	4.5
3	6	3.2
4	9	2.0
5	19	1.0

Considering that the impactor was calibrated with an air flow of 40 l/min one can easily calculate that a sample volume of at least 100 – 200 m³ is necessary to obtain a detectable sample. This air volume corresponds to a sampling time of about two to three days.

The impactor was calibrated with uniform latex aerosols as well as by theoretical calculations (*Georgii and Wagner, 1984*). Assuming an average density of the atmospheric aerosol of 2 g/m^3 the separation intervals are as listed in *Table II*. The size-distribution of aerosols was determined for each impactor stage separately. The mean diameter given in *Table II* refers to the

TABLE II
Separation intervals of the individual impactor stages
assuming a mean aerosol density of 2 g/m^3

Stage	Separation interval μm	Mean diameter μm
1	15.0 - 4.3	9.6
2	4.3 - 3.0	3.6
3	3.0 - 2.1	2.6
4	2.1 - 1.3	1.8
5	1.3 - 0.6	0.96
6	0.6 - back-up filter	0.45 pore size

median value of the corresponding separation interval of each stage. It should be mentioned that often the calibration-curves of a cascade impactor obtained with latexspheres are different of the corresponding curves with real aerosols (*Renoux and Tymen, 1974*). The size-intervals determined in the impactor do not refer to the geometrical diameter of the particles since their density and shape influence the impaction. They refer to the so-called Stokes diameter, defining the diameter of atmospheric particles as diameter of a corresponding spherical particles with a density to allow equal behaviour in a given air-stream.

The accuracy with which the samples reflect the true average concentration over the sampling time depends on the constant air flow maintained through the impactor and on its collection efficiency. Constant air flow is preserved by two mechanical pumps controlled by a valve over a gasflowmeter (*Figure 3*). Inefficiency of collection, sample contamination and loss of sample material also need to be considered. During continuous operation over a period of two days one has to be aware of deposition losses at the wall of the impactor and of removal of deposited material by blow-off and bounce-off from the plates (*Dzubay et al., 1976*).

Each impaction plate was covered with an easily accessible filter to serve as collection medium. The coating of the surface of these filters with an

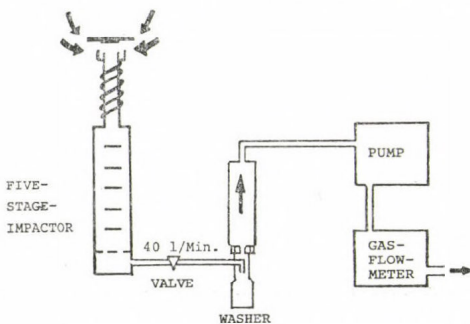


Fig. 3: Schematic diagram of the instrumental set-up

adhesive material greatly reduces the error caused by blow-off and bounce-off effects. As atom absorption spectroscopy was used for the chemical analysis of the samples the requirements for these adhesive filters were the following:

1. readily soluble in a hydrous acid solution
2. low impurity compared with the contaminant concentration
3. the collection material must maintain a smooth and wrinkle-free surface in order not to disturb the airflow pattern

The use of a cellulose-nitrate filter (Sartorius SM 11306) coated with an agar-agar-glycerine solution (50 ml H₂O dest + 1.5 g glycerine + 0.35 g agar-agar) proved to be most efficient according to these requirements.

In order to further minimize the blow-off effect the jets at the bottom of the described stage cylinder were arranged in a concentric order (*Fig. 2a*). A rotating impaction plate evenly spreads the sample over a large area of the collecting agar-filter. A minimotor was fixed below the impaction plate (*Figure 2*) to rotate it at a speed of about 7 rotations a minute.

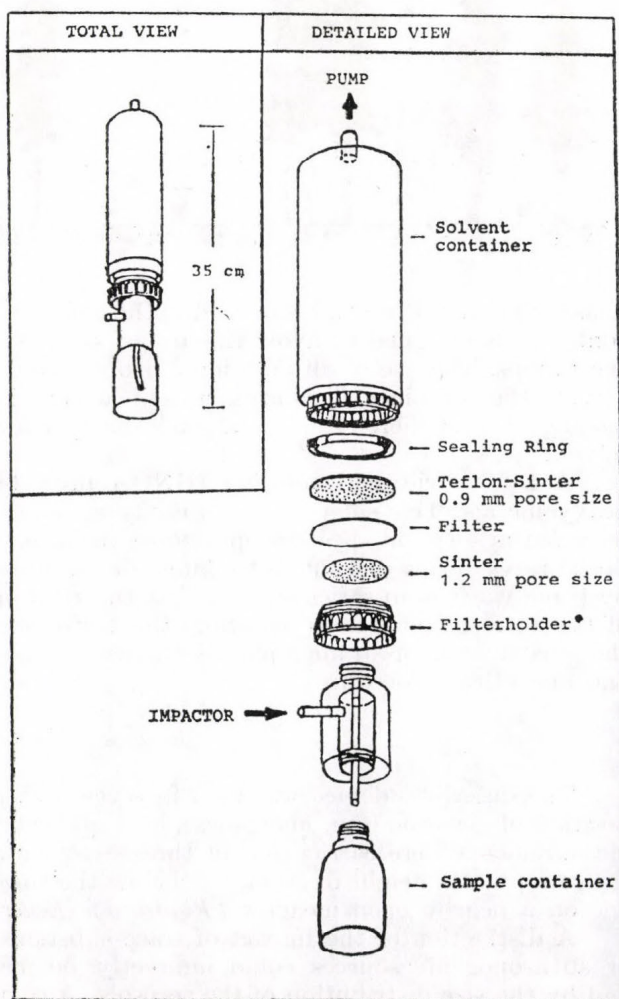


Fig. 4: Scheme of the washer with the wet filter system

Collection of the gas-phase of trace metals

Based on the principle of solvent extraction, a device consisting of a washer with a wet filter placed between two sinter-plates was designed (Figure 4).

After passage of the impactor and the back-up-filter the air is driven through the sample container. The low pressure induced by the pumps sucks the solvent liquid through the first sinter, the filter (Delbag, Schwebstaufilter

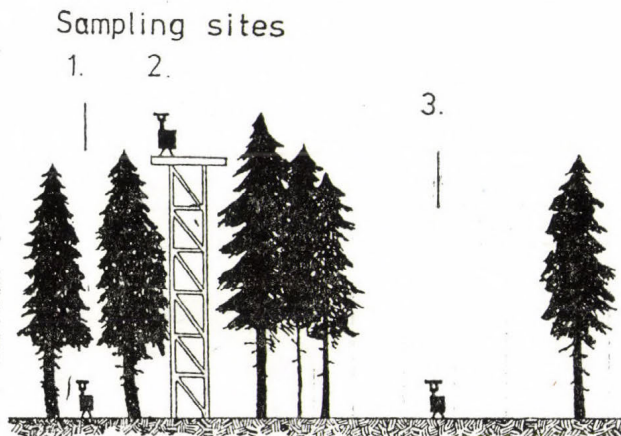


Fig. 5: Scheme of the distribution of the sampling sites: 1) 1.8 m above the ground below the trees, 2) above the canopy at a height of 30 m, 3) 1.8 m above the ground at a meadow Percentual

Klasse S) and the second sinter into the solvent container. The size of this container is designed to avoid the loss of sample droplets by the airflow into the pumps. The use of an additional droplet trap prevents the droplets from leaving the container. This arrangement accomplishes a fine dispersion of the passing air and thereby allows a good absorption of the gaseous traces in the solvent.

A 18% nitric acid solution (HNO_3) proved to be a good solvent for heavy metals. This solvent is also easily applicable to the chemical analysis by atom absorption spectroscopy. Some problems are caused by high evaporation rates during dry and hot summer days. A test of the collection efficiency by three washers in series showed that the first washer retains 80% ($\pm 15\%$) of the total gaseous material while the third washer already ranges around the purity value of an unemployed washer undergoing the same preparational and analytical procedures.

Results

The described device was used in a research program examining the deposition of airborne iron, manganese, lead and cadmium in a forest ecosystem. Measurements were carried out at three levels in a fir tree forest, one above the canopy at a height of 30 m, one below the trees at the ground and a third one on a nearby open meadow (Figure 5) (Ecker, 1985).

A distinction of the impact of trace-substances originating from natural or anthropogenic sources could indirectly be made by seasonal changes and by the size distribution of the aerosols. A comparison of the winter data,

when the ground was covered with snow to the summer data showed that dust dispersed from the ground originated from local sources and was responsible for the major fraction of detected iron (*Figure 6*). Manganese also showed the influence of dust blown from local natural sources.

Lead and cadmium aerosols however obviously originated from more

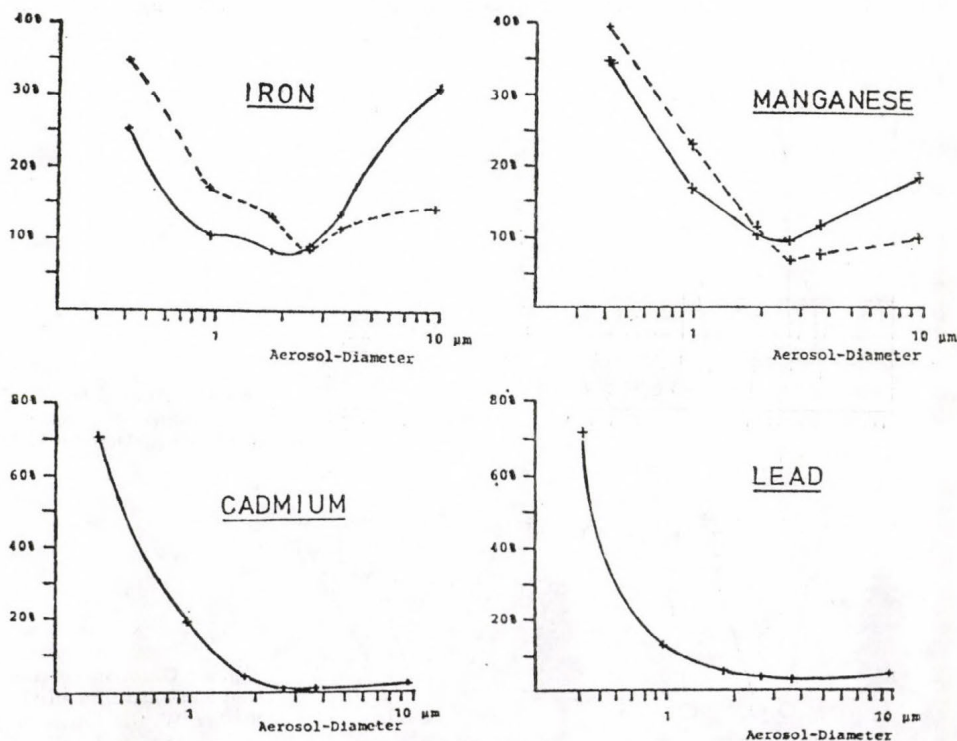


Fig. 6 : Distribution of the total aerosol-mass of iron, manganese, lead and cadmium as function of diameter; dotted line = February - March 1984 (snowcovered ground), continuous line - May - August 1984

distant anthropogenic sources. A significant percentage of lead- and cadmium particles was not impacted on the impactor stages but in the back-up-filters. During all seasons more than 80% of the aerosol mass of these contaminants

TABLE III
Mean- and peak concentrations (May - August 1984, 22 measurements)

Element	Concentration	
	Mean, ng/m ³	Peak, ng/m ³
Iron	130	650
Manganese	15	40
Lead	70	200
Cadmium	0.5	2.0

were detected in the fine-particle-mode with particles smaller than $1 \mu\text{m}$. Figure 6 clearly shows that the chemical composition of aerosols is a function of particle size. While the mass of iron generally decreases with increasing particle diameter in summer, the manganese-concentration stays relatively constant and the lead- as well as the cadmium-concentration increase significantly with decreasing diameter without an evident seasonable influence. All elements showed great fluctuations around the mean concentrations as shown

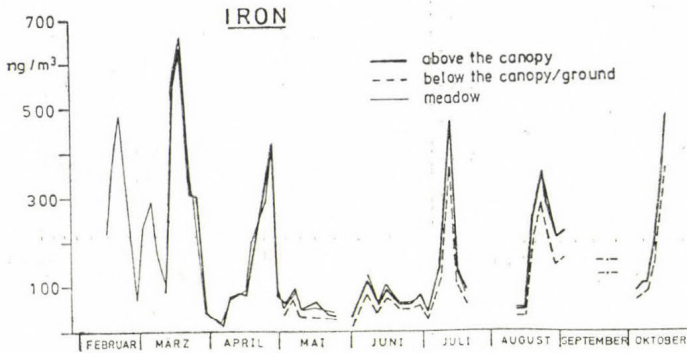


Fig. 7: Annual trend of the iron-concentration (February – October 1984)

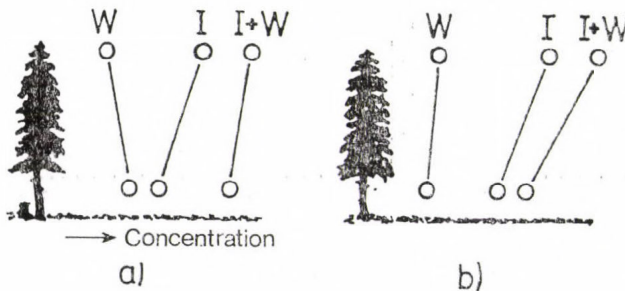


Fig. 8: Gradient of the lead-concentration in the washer W, the impactor I and their sum I+W, a) in summer (August – October 1984), b) in winter (January 1985)

in Table III in the difference between mean and peak concentration. The great deviations of the peak concentrations from the mean occur during particular weather situations (Figure 7). Maximum concentrations correlate with long periods of high pressure with calm winds at the ground. Also correlations with precipitation activities and changes of air masses were found. Precipitation leads to a strong reduction of the concentrations.

The investigation showed no statistical evidence of a horizontal change of the mean concentrations in the small scale of $1/2$ a mile between the level above the canopy and on the open meadow. However, vertically, all size intervals reflect a decrease between canopy and forest ground with a few exceptions only. A rough estimate of this filtration effect by the canopy of this fir forest results in a reduction of 20% of the aerosol mass. This decrease of concentration was not equally distributed over all size intervals. The total number of measurements gives evidence that the forest canopy has a filtration-gap for particles of a radius around $1 \mu\text{m}$.

Only lead and cadmium have an appreciable fraction which was captured in the impinger. In relation to the total mass collected by the impactor, the gaseous lead fraction amounted up to 30% and for cadmium even up to 150% above the canopy. The amount of cadmium in the gas-phase decreases below the canopy to the ground. The corresponding lead fraction showed an increase in summer from the canopy to the ground and almost no vertical gradient in winter (*Figure 8*). This effect of a higher lead concentration near the ground is not yet satisfactorily explained, a source by microbiological activities is assumed. The molecular composition of the cadmium fraction in the impinger is not yet fully established.

Conclusions

The combination of an impactor and an attached washer in series makes it possible to determine the airborne concentrations of heavy metals in different aerosol size intervals and in a possibly gaseous phase quantitatively. The described method permits analysis with a minimum of sample handling and pretreatment. The multielement analytical method of atom absorption spectroscopy offers a high degree of selectivity over a broad range of different heavy metals.

This research was supported by *Umweltbundesamt* which is acknowledged with thanks.

REFERENCES

- Dzubay, T. G., Hines, L. E. and Stevens, R. K., 1976: Particle bounce errors in cascade impactors. *Atmospheric Environment* 10, 229–334.
- Ecker, F. J., 1985: Experimentelle Untersuchungen zur Impaktion einiger Schwermetall Aerosole in den Waldgebieten des Taunus. Diplomarbeit, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Frankfurt.
- Georgii, H. W. and Wagner, H., 1984: Untersuchung von atmosphärischen Schwermetallaerosolen mittels eines neu entwickelten Fünf-Stufenimpaktors. *Staub, Reinhaltung der Luft*, 44 522–525.
- Marple, V. A., 1970: A fundamental study of inertial impactors. Dissertation, University of Minnesota.
- Renoux, A. et Thymen, G., 1974: Répartition granulométrique des aérosols de diamètres supérieurs à 0.3 μm en atmosphère maritime et continentale. *Chemosphere* 2, 49–52.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 90. évf. 5. szám. 1986. szeptember-október
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 90. No 5. Sept-Oct. 1986. Budapest

A talajközeli légréteg néhány jellemzője a szarvasi toronymérések alapján

WEIDINGER TAMÁS, ELTE Meteorológiai Tanszék, H-1088 Budapest, Múzeum krt. 6-8.

Some characteristics of the surface boundary layer on the basis of the tower observations near Szarvas (Southern Hungary). Temperature and wind profiles are analysed at different levels in four characteristic months chosen from the observations of the year 1980. Daily changes in stability of different layers are given on the basis of the mean daily oscillations of temperature profiles it was found that in great part of observations the necessary condition of the similarity theory was not fulfilled.

✱

A talajközeli légréteg néhány jellemzője a szarvasi toronymérések alapján. Az 1980-as évet jellemző négy kiválasztott hónapban különböző mérési szintekben vizsgáljuk a hőmérsékleti- és a szélmező viselkedését. A hőmérsékleti gradiensek és a Richardson-számok átlagos napi menetei alapján meghatározzuk a különböző rétegek egyensúlyi állapotában bekövetkező napi változásokat. A hőmérsékleti profilokat tanulmányozva megállapítjuk, hogy az időszak nagy részében az alsó 30 m-es légrétegben nem teljesülnek a hasonlósági elmélet alkalmazásához szükséges feltételek.

✱

1. A Prandtl-réteg vizsgálata gradiens mérések alapján

Az 50 m-nél is kisebb függőleges kiterjedésű, közel állandó áramokkal jellemzett talajközeli vagy Prandtl-réteg jelentős szerepet tölt be az impulzus-, tömeg- és energiakicszerélődésben. Fontosságát növeli, hogy magába foglalja a bioszféra légterét. Ez az emberi tevékenység szintere és a szennyezőanyag-források nagy része is itt található.

A kicszerélődési folyamatok intenzitása a talaj állapotától, illetve a meteorológiai elemek – különösen a szél, a hőmérséklet és a nedvesség – vertikális profiljától függ. A felszínközeli turbulens áramlás kutatásában fontos a szerepe a meteorológiai mérőtornyoknak. A több szintben végzett méréseket, illetve a belőlük számított gradienseket a turbulencia-elmélet félempirikus módszereivel dolgozzák fel. A gyakorlatban általánosan alkalmazott Monyin – Obuhov-féle hasonlósági elmélet, illetve az ez alapján meghatározott univerzális függvények csak pontatlanul adják vissza a kicszerélődési folyamatokat. A homogén és izotróp turbulencia feltételezése nem teljesül a különböző irányokban eltérő növényzettel és épületekkel borított felszínek felett. A különböző területek eltérő érdessége, illetve fölmelegedése miatt a meteorológiai elemek vertikális profilja is helyről helyre változik. Általános esetben az impulzus-, hő- és nedvesség-fluxus a függőlegesben sem lesz állandó a talajközeli rétegben. Ezek a hatások a magassággal változó horizontális kicszerélődési együtthatók bevezetésével jellemezhetők, meghatározásukra azonban egy mérőtorny adatai nem elégségesek.

Az adatok feldolgozását tovább nehezítik a mérések hibái. A 0,3–0,4 m/s alatti széladatok a szélkanál tehetetlensége miatt már kevésbé pontosak. A mérési hiba az átlagsebesség növekedésével csökken, tehát más-más értékű az egyes szinteken (*Pradka*, 1984). A hőmérséklet meghatározásakor a nem kielégítő sugárzásvédelem okoz problémákat pl. erős besugárzás esetén a talajközeli mérőhelyeken (*Galló*, 1981).

A gradiens mérések feldolgozásával csak hozzávetőleges képet kaphatunk a turbulens folyamatokról. A félempirikus hasonlósági elmélet elsősorban arra alkalmas, hogy a különböző paraméterek – kicserélődési, ellenállási együtthatók, áramok – nagyságrendjét, havi és napi változásait leírja. A hő- és impulzusáram pontosabb meghatározása a hetvenes években kifejlesztett akusztikus anemométerek és akusztikus radarok alkalmazásával valósult meg (*Salamonsson*, 1982). Ezek a mérőműszerek már a fluktuációkat, vagyis a momentum-, hő- és nedvességfluxusokat adják meg. Ilyen korszerű berendezésekkel a Meteorológiai Szolgálat még nem rendelkezik, így a talajközeli légréteg karakterisztikáit csak gradiens mérések felhasználásával tudjuk meghatározni.

A Prandtl-réteg vizsgálatával közel harminc éve foglalkoznak a hazai meteorológusok. *Felméry* (1955) különböző talajfelszínek párolgását számította ki gradiens mérések alapján. A növényállomány feletti kicserélődési folyamatokat *Kissné* (1965) írta le és foglalkozott az érdességi paraméter meghatározásával is. A mérőtornyok adatainak a felhasználásával *Endrődi* (1980) vizsgálta a talajközeli légréteg évszakos változásait. A hő- és impulzusáram napi menetét *Tiringer* (1980) írta le különböző feltételek mellett a Monyin – Kazanszkij-féle hasonlósági elmélet alkalmazásával. A szabad vízfelszín párolgását *Koris* és *Rákóczi* (1984) tanulmányozta.

2. Az adatbázis általános jellemzése

Vizsgálatainkat a szarvasi agrometeorológiai obszervatórium 30 m-es mérőtornyának szél- és hőmérsékleti adataival végeztük el. A mérőhelyeket a tornyon logaritmikusan egyenlő távolságokra helyezték el: 0,5; 1,1; 2,6; 5,8; 13,2 és 30 m-es magasságokban. Az észlelések ellenálláshőmérők és Lambrecht-féle kontakt anemométerek felhasználásával folynak. A megfigyelések egy átlagos mezőgazdasági területet jellemeznek. Jelentősebb árnyékolást csak a közelben lévő obszervatórium okoz.

A mérések – a klimatológiai észlelések időpontjához igazodva – minden óra negyvenötödik percében történnek. A meteorológiai elemek értékeit egy százcsatornás mikroprogramozott adatgyűjtő kérdezi le és telex-berendezés segítségével naplózza.

A meteorológiai adatok feldolgozását *Endrődi* (1980) gondolatmenetét követve hajtottuk végre. A hőmérsékleti és széladatok elemzésével arra kerestünk választ, hogy milyen feltételekkel alkalmazható a szarvasi adatsor klimatológiai feldolgozásokra és milyen mértékben teljesülnek a Monyin – Obuhov-féle hasonlósági elmélet feltételei a talajközeli légrétegben.

A rendelkezésünkre álló adatok közül az 1980-as évet jellemző négy hónapra – január, április, július, október – végeztük el vizsgálatainkat az ELTE R10-es számítógépén. Az adatgyűjtő az időszak 7,4%-ában nem szolgáltatott egyidejű hőmérsékleti és szélprofilokat.

A kiválasztott négy hónap klímaadataiból kitűnik, hogy a január hűvö-

sebb és szárazabb, míg az április és a nyarat reprezentáló július hidegebb és lényegesen csapadékosabb volt a megelőző évek átlagánál. A napfényes órák száma különösen áprilisban maradt el a megszokottól. Ezekben a hónapokban jelentősen megnövekedett a borult napok száma és a csapadék mennyisége is.

Elsőként a mért karakterisztikák havi átlagértékeit állítottuk elő az egyes mérési szinteken. Ezeket az *I. táblázatban* közöljük. Látható, hogy a leg-

I. TÁBLÁZAT

Havi átlagos hőmérsékleti és széladatok a különböző magassági szintekben (1980. Szarvas)

Szint m	Január		Április		Július		Október	
	T C°	U m/s	T C°	U m/s	T C°	U m/s	T C°	U m/s
0,5	-4,04	1,39	8,32	0,99	19,07	1,01	10,24	1,24
1,1	-4,13	1,76	8,23	1,38	18,89	1,49	10,22	1,80
2,6	-3,85	2,24	8,49	1,86	18,98	2,02	10,51	2,26
5,8	-3 70	2,71	8,67	2,28	19,17	2,54	10,71	2,82
13,2	-3,75	3,23	8,65	2,68	18,99	3,13	10,71	3,51
30,0	-3,71	4,07	8,79	3,04	19,05	3,75	10,87	4,40

nagyobb szélsőségeket októberben mérték. A 0,5 és 30 m-es szint között minimális sebességekülönbségek áprilisban jelentkeztek. A vizsgált hónapokban a legkisebb átlaghőmérsékletek az 1,1 m-es szintben fordultak elő. Július kivételével az 5,8 és a 13,2 m-es magasságban a hőmérséklet közel azonos volt. A 0,5 és 1,1 m-es szintek közötti átlaghőmérséklet nagy különbségei a műszerek sugárzási hibáival, illetve a talajmenti rétegeknek a napsugárzás hatására bekövetkező gyors fölmelegedésével, az erős labilitással magyarázhatók. A felsőbb szinteken az átlagokban is tükröződő inverziók arra utalnak, hogy a talajközeli rétegben a hőmérsékleti mező jellemzésére a hasonlósági elmélet csak korlátozottan alkalmazható. A vizsgált időszak 74,9%-ában a hőmérséklet nem szigorúan monoton függvénye a magasságnak az alsó 30 m-ben. Ez jellemző az esetek 74,8%-ában az alsó 13,2 m-es légoszlopra is, mivel a hőmérsékleti gradiensek előjelváltásai szinte kizárólag az 1,1; 2,6, illetve az 5,8 m-es mérőhelyeken fordultak elő.

3. A hőmérsékleti eloszlás jellemzői

A vizsgált hónapokban az átlagos napi hőmérsékleti menetek az *I. ábra* szemlélteti a 0,5; 5,8 és 30 m-es mérőhelyeken. A napi menet amplitúdója januárban a legkisebb; 0,5 m-en 3,4 C°, míg a 30 m-es szinten csupán 2,7 C°. Az év folyamán – a besugárzás növekedésével arányosan – a minimum és maximum hőmérsékletek közötti eltérés növekszik, júliusban a legnagyobb értékű: 0,5 m-en 9,5 C°, 30 m-en pedig 7,3 C°.

Nemcsak az amplitúdók nagysága, hanem a maximális hőmérsékletek bekövetkezésének az ideje is magasságfüggő. A felsőbb szinteken később következnek be a maximális hőmérsékletek. A 0,5 m-es, illetve a 30 m-es mérési pontokban a legnagyobb értékek áprilisban 14 óra 40 perc, illetve 16 óra körül fordulnak elő. Júliusban a 0,5 m-es szintben negyed négy körül, míg a legfelső szintben körülbelül háromnegyed négykor jelentkeznek. A 0,5–30 m-es szintek maximum hőmérsékletei közti időkülönbség januárban a legnagyobb. Ezek az átlagos napi menetek a kicserélődési együttható évszakos változásaival – téli minimum, nyári maximum – magyarázhatók. Eredm-

nyeink összhangban vannak a hőmérsékleti hullám magasságfüggésére vonatkozó elméleti leírással (Götz és Rákóczi, 1981).

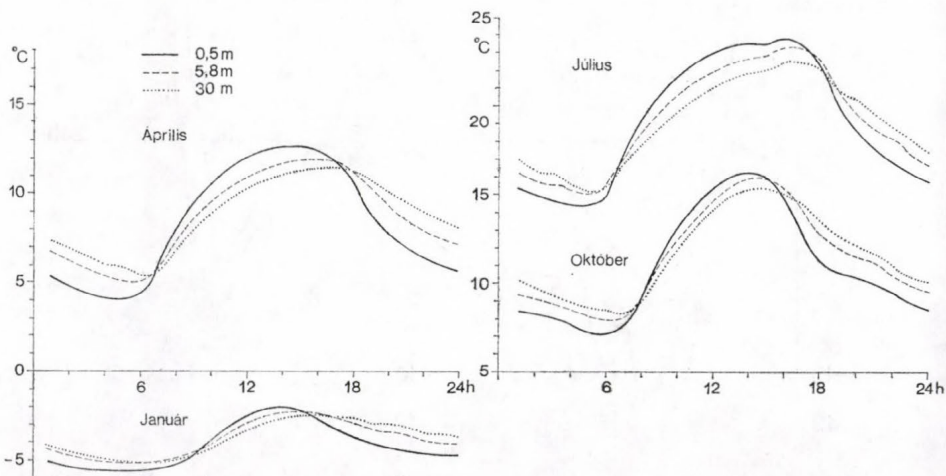
A különböző rétegekre kiszámított átlagos hőmérsékleti gradiensek közül a 0,5–30 m-es mérőhelyek értékeivel jellemezzük a Prandtl-réteg egészének átlagos állapotát. A talajközeli rétegződést a 0,5–13,2 m-es szintek adataival, míg az 1,1–5,8 m-es pontok felhasználásával a réteg belsejét szemléltetjük. Eredményeinket a 2. ábrán mutatjuk be. A déli órákat nagy abszolútértékű negatív gradiensek jellemzik [$\gamma = (\partial T / \partial z) < 0$]. A nappali besugárzás következtében az esetek döntő többségében szuperadiabatikus rétegződés alakul ki, a hőmérsékleti gradiensek gyakran meghaladják a homogén légkörre jellemző $\gamma_h = -3,42 \text{ C}^\circ/100 \text{ m-t}$ is. A kapott nagy értékeket – amelyek a szabad légkörben nem fordulhatnak elő – az magyarázza, hogy a talajközeli réteget a felszín – mint mechanikus és termikus kényszer – által kialakított, erősen nem stacionárius turbulens kicserélődés jellemzi. Megjegyezzük, hogy a mérési pontossággal, $0,1 \text{ C}^\circ$ -kal megegyező hőmérsékleti különbség az 1,1–5,8 m-es szintek között megközelítőleg $2,1 \text{ C}^\circ/100 \text{ m-es}$ hőmérsékleti gradiensnek felel meg.

A határréteg termikus állapotát jól jellemzi az inverziós rétegződések időbeli eloszlása. A 0,5–13,2 m-es és a 0,5–30 m-es mérőhelyek között otkóberben átlagosan 16 óra és 8 óra, januárban 17 óra és 8 óra között fordul elő inverzió. A 16–17 órán át tartó erős inverzió a talaj kisugárzásának az eredménye. A tavaszi és a nyári hónapban a besugárzás növekedésével az inverzió átlagos ideje 13 órára csökken, felbomlása hamarabb megkezdődik: júliusban pl. már 5 órakor. A talajközeli réteg belsejében (1,1–5,8 m) az inverzió időtartama – áprilist kivéve – rövidebb, később alakul ki és hamarabb szűnik meg.

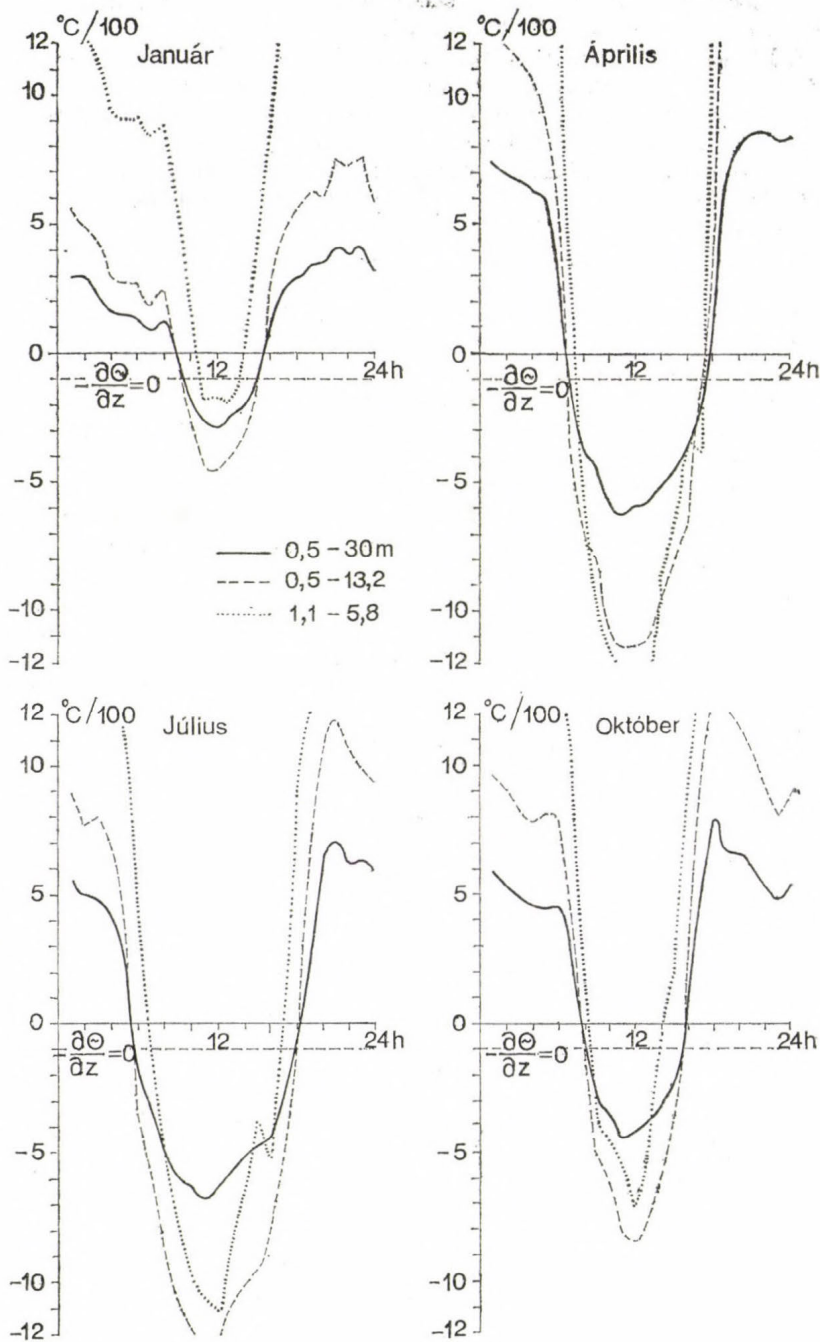
A hőmérsékleti gradiensek napi menetéből a

$$\Theta(z) \sim T(z), \quad \frac{\partial \Theta}{\partial z} \sim \frac{\partial T}{\partial z} + g/c_p \quad (1)$$

közelítés bevezetésével a Prandtl-réteg száraz adiabatikus stabilitása is meg-



1. ábra: A hőmérséklet átlagos napi menete a szarvasi mérőtorony egyes szintjeiben. 1980. jan., ápr., júl., okt.



2. ábra: A különböző mérési szintek közötti hőmérsékleti gradiensek átlagos napi menete. 1980. jan., ápr., júl., okt., a szarvasi mérőtorony adataiból

adható. Az (1) alapján számított potenciális hőmérsékleti gradiensek a 0,5–13,2 m-es szintek között meghaladják a 0,5–30 m-es mérőhelyek közötti értékeket. Ebben a két rétegben az átlagos potenciális hőmérsékleti gradiensek előjelváltása legfeljebb fél órással később következik be. A talajközeli réteg belsejében (1,1–5,8 m) viszont ez – a stabilis és labilis helyzetek közötti átmenet – 0,5–1,5 órával később kezdődik el reggel és – az április kivételével – 1-2 órával hamarabb fejeződik be a délutáni órákban. E rövidebb instabil időszak azt jelenti, hogy a teljes Prandtl-réteg labilizálódásához a talaj erős felmelegedése szükséges, ami a gyenge besugárzással jellemzett reggeli és késő délutáni órákban nem teljesül.

Az éjszakai stabil rétegződés esetén a három vizsgált réteg közül a talajhoz közeli, 1,1–5,8 m-es szintek között fordulnak elő a legnagyobb, míg a 0,5–30 m-es mérőhelyek között a legkisebb gradiensek. A déli órákban a talajközeli légréteg egészét jellemző labilis rétegződésnél – az áprilist kivéve – a 0,5–13,2 m-es szintek értékeiből adódnak a legnagyobb gradiensek, melyek a 0,5 m-es mérési hely magas hőmérsékleti értékeivel kapcsolatosak. Júliusban és októberben a vizsgált három réteg közül a 0,5–30 m-es szintek adataiból kapjuk a legkisebb gradienseket, ami a 13,2–30 m-es szintek közötti kis hőmérsékleti kontraszt következménye. A sokévi átlagnál hűvösebb januárban a Prandtl-réteg belsejében (1,1–5,8 m) kicsi a mérőhelyek közötti hőmérsékleti különbség, ezért a 0,5–30 m-es réteg hőmérsékleti gradiensei meghaladják az 1,1–5,8 m-es értékeket.

Áprilisban a legnagyobb abszolút értékű gradiensek mind a nappali, mind az éjszakai órákban a talajközeli réteg belsejében (1,1–5,8), a legkisebbek a 0,5–30 m-es szintek között fordulnak elő. Ebben a hónapban az 1,1–5,8 m-es szintek között az inverzió időtartama megegyezik a másik két réteggel. Ezek a megfigyelések az intenzív turbulens kicserélődéssel kapcsolatosak, amit a későbbiekben bemutatásra kerülő – a szomszédos szintek közötti – kis szélesség-különbségek valószínűsítenek, a hasonlósági elmélet alapján.

A fenti elemzés arról tanúskodik, hogy az *Endródi* (1980) által levont következtetés – „minél közelebb vagyunk a talajfelszínhez, annál nagyobb lesz a gradiens” – igazából csak a stabil helyzetekre teljesül.

Az 1,1–5,8 m-es szintek közötti inverziós helyzetek időtartamát, illetve az átlagos óras profilkat vizsgálva az 5,8 m-es mérőhelyen észlelt gyakori lokális hőmérsékleti maximumok felvetik az itt használt műszer mérési pontosságának a kérdését. Az olyan profilkat vizsgálata alapján, ahol a 30 m-es és a 0,5 m-es szint közötti hőmérséklet-különbség 0,2 °C-nál kisebb abszolút értékű, feltételezhető, hogy az 5,8 m-es mérőhely a nappali órákban a valószínűleg magasabb értékeket mutat. E hiba értéke legfeljebb 0,1–0,15 °C.

Az átlagos órai hőmérsékleti profilkat jelentős részét a hőmérsékleti gradiens előjelváltása jellemzi. Az adatsor elemzésének következő állomásaként a vizsgált négy hónapra meghatároztuk a hőmérsékleti profilkat minimális és maximális értékeinek az elhelyezkedését, és ezek különböző órákra vonatkozó %-os gyakoriságait az alsó 30 m-es réteg egyes mérőhelyein. A hőmérsékleti minimumok és maximumok legnagyobb számban az alsó 0,5 m-es, a felső 30 m-es és a légoszlop belsejét reprezentáló 5,8 m-es mérési szintekben alakultak ki.

Az 5,8 m-es szintben a maximumok a feldolgozott hónapok mindegyikében a délutáni órákban figyelhetők meg legnagyobb számban, a profil-mérések 50–70%-ában: nyáron 18, télen 16 óra körül. Ezek a nagy gyakori-

ságok a konvektív talajközeli légréteg stabil állapotba történő átalakulását jellemzik. A hajnali órákban az 5,8 m-en mért maximumok előfordulása kisebb mértékben, de ugyancsak növekszik, ami a stabil rétegződés lebomlásával kapcsolatos. Az 5,8 m-es magasságban a profil minimális értékei legfeljebb az időszak néhány %-ában lépnek fel.

A stabil és a labilis rezsim közötti átmenet idején, a kora reggeli és a késő délutáni órákban a 0,5–30 m-es talajközeli réteg belsejében a réteget nem teljesen kitöltő inverzió található. Az inverzió felső határának maximális hőmérsékletű szintje fokozatosan felfelé (este), illetve fokozatosan lefelé (reggel) mozog, növelve a stabil, ill. a labilis rétegződés tartományát. Januárban például az időszak 69%-ában találunk a hőmérsékleti gradiens előjelváltásával jellemzett átmeneti rétegződést. Az ilyen esetek 61,3%-ában a hőmérsékleti rétegződés megváltozásának a szintjén volt – az alsó 30 m-es

II. TÁBLÁZAT

Együttes hőmérséklet- és szélprofil típusok relatív gyakoriságai %-ban (1980. Szarvas)

Órás adatok típusa	Jan.	Ápr.	Júl.	Okt.	Átlag
Mérési hibák	17,1	0,1	2,6	9,7	7,4
Szélinverziók	14,4	51,5	23,0	17,3	27,8
Hasonlósági elméletnek megfelelőek	68,5	48,4	69,4	73,0	64,8

rétegben – az abszolút hőmérsékleti maximum. A júliusi hónap 71,6%-ában figyelhető meg átmeneti rétegződés. Az esetek 30,8%-ában a gradiensek előjelének megváltozása a hőmérsékleti maximum szintjét is kijelöli. A hőmérsékleti minimumok helye ugyanakkor az alsó 0,5 m-es, illetve az 1,1 m-es szint és a 30 m-es magasság között gyakran, szinte a többi mérési pontot átugorva változik.

Nappal a legnagyobb valószínűséggel a 0,5 m-es maximumok és a 30 m-es minimumok értékei fordulnak elő. A délutáni órákban gyakoriságuk minden hónapban meghaladja a 80%-ot. Az 50%-nál nagyobb gyakoriságú, 0,5 m-es maximumok és 30 m-es minimumok közel azonos időszakban fordulnak elő. Ezek időtartama legrövidebb januárban, amikor 9 órától 15 óráig tart, a leghosszabb júliusban, amikor 6 órától 17 óráig figyelhető meg.

Az éjszakai órákban legnagyobb számban a 0,5 m-es minimumok és a 30 m-es maximumok alakulnak ki, az éjfél előtti órákban nagyobb, hajnalban kisebb valószínűséggel. Januárban az éjszaka folyamán a 0,5 m-es minimumok legfeljebb 50%-os, míg a 30 m-es maximumok 60%-os gyakoriságúak. Júliusban ezek az értékek meghaladják a 80%-ot is. A 30 m-es minimumok és a 0,5 m-es maximumok százalékos gyakorisága és napi menete hasonló. Ezek együttes előfordulása a nappali labilis és az éjszakai stabilis határréteg alapvető tulajdonsága.

A 30 m-es légréteg hőmérsékleti maximum- és minimumhelyeinek a vizsgálata nem ad teljes képet a talajközeli réteg szerkezetéről. Az átmeneti rétegződések közül mindössze azokat tudjuk ezzel jellemezni, ahol a gradiens előjelváltásának a szintjébe esik a legnagyobb vagy a legkisebb hőmérsékleti érték. A pontosabb vizsgálatokhoz a hőmérsékleti profilokat – a szél-adatok figyelembevételével – aszerint osztályozzuk, hogy mennyire elégitik

ki a hasonlósági elmélet feltételeit. Számításaink eredményeit a *II. táblázat* tartalmazza. A táblázat első sora azon időszakok százalékos gyakoriságait mutatja, amikor a hőmérséklet vagy a szélsébség mérése hibás vagy hiányos volt. A második sorban a szélinvertiók helyzetek gyakoriságait közöljük. Ebben az esetben a szélmezőre nem teljesülnek a hasonlósági elmélet feltételei. Az ilyen, magassággal nem szigorúan monoton növvő szélprofilok a sokévi átlaghoz képest hűvös és csapadékos áprilisban és júliusban fordulnak elő nagyobb gyakorisággal. E két csoport az adatsor 35,2%-át foglalja magába. Erre az időszakra nem tudjuk megadni az alsó 30 m-es réteg turbulens karakterisztikáit.

A további vizsgálatainkhoz a hasonlósági elmélet feltételeinek megfelelő időszakok hőmérsékleti rétegződéseit használjuk fel. Ezeket a profilokat hat különböző típusra osztottuk, melyek százalékos gyakoriságait a *III. táblázat*

III. TÁBLÁZAT

Különböző típusú hőmérsékleti rétegződések óras gyakorisága %-ban (1980. Szarvas)

Óras profilok típusa	Jan.	Ápr.	Júl.	Okt.	Átlag
A 30 m-es légrétegre teljesül a hasonlósági elmélet					
1. Magassággal növekvő	8,0	16,1	15,4	20,3	15,0
2. Magassággal állandó	0,0	0,0	2,4	0,0	0,6
3. Magassággal csökkenő	0,7	11,6	7,1	6,3	6,0
Átmeneti típusú rétegződések					
4. T (30 m) > T (0,5 m)	45,0	49,0	35,2	44,1	42,9
5. T (30 m) = T (0,5 m)	9,2	3,5	1,3	3,7	4,5
6. T (30 m) < T (0,5 m)	37,1	19,8	38,6	25,6	31,0

szemlélteti. A magassággal növekvő hőmérsékleti profilok gyakoriságait az 1., az izoterm profilokat a 2., míg a magassággal csökkenő — labilis jellegű — rétegződést a táblázat 3. sora tartalmazza. A három eset közül a magassággal növekvő helyzetek fordulnak elő legnagyobb számban. A hasonlósági elmélet csak az ilyen 1. — 3. típusú rétegződés esetén, az esetek mindössze 21,6%-ában alkalmazható a teljes Prandtl-rétegre.

A hőmérsékleti gradiens előjelváltásával jellemzett átmeneti rétegződéseket a 0,5 m-es és a 30 m-es mérőhelyek adatai alapján csoportosítottuk. A 4. sor az olyan — stabilishoz közeli — profilokra vonatkozik, ahol a felső szint hőmérséklete meghaladja az alsót. Az 5-ös csoportba kerülnek azok az esetek, ahol a 30 m-en és a 0,5 m-en mért hőmérsékleti értékek megegyeznek. A 6. csoport a labilishoz közeli átmeneti profilokat tartalmazza. E három átmeneti típus közül a stabilishoz közeli (4-es) típusú rétegződés fordul elő legtöbbször, az esetek 42,9%-ában.

Az egyes hónapokra meghatároztuk a hőmérsékleti rétegződések gyakoriságait a nap egyes óráiban. A szigorúan monoton növvő, illetve csökkenő profilok rövidebb ideig és kisebb valószínűségekkel fordulnak elő, mint a hasonló futású átmeneti rétegződések. A 30 m-en és a 0,5 m-en ugyanolyan hőmérséklettel jellemzett 2. és 5. típusú profilok éjszaka — az invertió idején — 10 — 20%-os gyakoriságúak, a déli órákban viszont nem találkozunk velük.

Megvizsgáltuk az alsó 13,2 m-es réteg profiljait is. A szélinvertiók helyzete

tek 30,7%-kal kisebb gyakoriságokkal fordulnak elő. Az 1–6 típusú hőmérsékleti rétegződések az előzőekben megismert meneteket követik.

A fejezetben bemutatott — igazából egymást kiegészítő vizsgálatok — lehetőséget adnak a talajközeli rétegződés tulajdonságainak klimatológiai elemzésére. Az elvégzett vizsgálatok eredményei nem mentesek a mérőműszerek pontatlanságaitól, összességében azonban a felhasznált adatbázis alkalmas a Pradtl-réteg termikus tulajdonságainak jellemzésére.

4. Havi átlagos szélmezők

A II. táblázat szerint a vizsgált hónapokban az esetek több mint 14%-ában fordulnak elő szélinverziók. A 0,5–30 m-es rétegben elkészítettük a szél-inverziós helyzetek átlagos óras gyakoriságait. A legnagyobbak az értékek a délutáni és az éjszakai órákban, ennek magyarázata az, hogy éjszaka a talajközeli kis szélességek miatt gyakran nem mutatható ki különbség az alsó szintek értékei között, nappal viszont a felső szintekben a kifejtett turbulencia csökkenti a sebesség-különbségeket. Vizsgálataink szerint a szarvasi mérőtorony környezetében lévő 10 m-nél nem magasabb tereptárgyak keltette mechanikus turbulencia és a déli órákban megerősödő termikus turbulencia együttes hatásaként egy átlagos alföldi területen is megjelenik a Pradtl-réteg felső tartományában a szélinverzió. *Papez és Pretel* (1977) vizsgálatai, amelyet Csehországban, erősen tagolt dombvidéken, völgyben felállított 80 m magas mérőtorony adataival végeztek el, azt mutatták, hogy az átlagos szélprofilokban csak a két legfelső, 40–80 m-es mérőhelyek között jelentkeznek szél-inverziók. Az általunk vizsgált alföldi területen a 13,2–30 m-es mérőhelyek között megjelenő gyenge inverziók nem befolyásolhatják a havi átlagos szélprofilok alapvető tulajdonságát, azt, hogy a magassággal szigorúan monoton nőnek. Az I. és II. táblázat adataiból arra következtethetünk, hogy a szél-inverziós helyzetek nagyobb gyakoriságokkal a kis átlagszélességgel jellemzett hónapokban fordulnak elő. Áprilisban az időszak 51,5%-ában található szélinverzió, zömmel a 13,2–30 m-es mérőhelyek között. A 30 m-es mérési pont kisebb szélességei a nappali átlagprofilokban is megjelennek. Ez arra mutat, hogy az áprilisi szélességeknél a 30 m-es mérőhely adatait csak fenn-tartásokkal fogadhatjuk el.

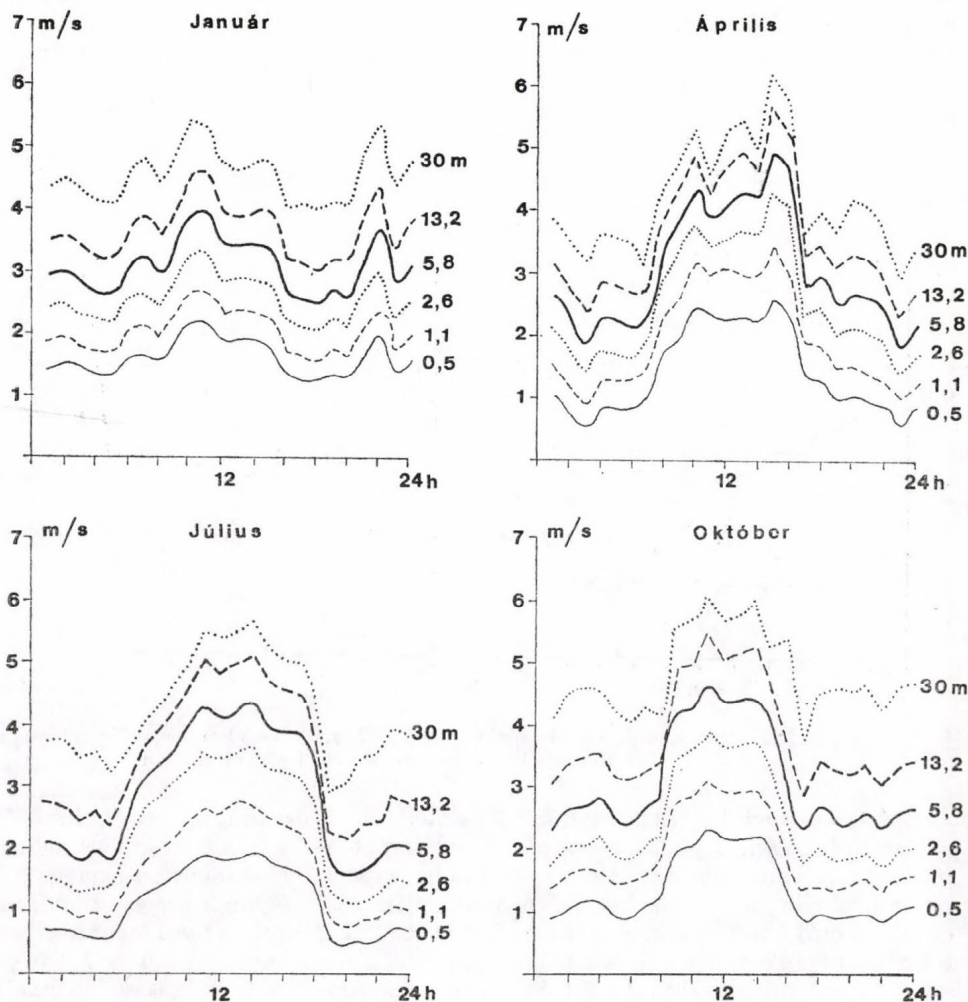
A hasonlósági elmélet a magassággal növekvő szélprofilok esetén alkalmazható. A további vizsgálatainkba csak az ilyen típusú profilokat vonjuk be. Ezzel kiszűrjük az alacsony szélességeknél a szélkanál tehetetlenségével kapcsolatos hibák, illetve az előzetes feldolgozásoknál — pl.: áprilisi adatok — elkövetett pontatlanságok egy részét. Ily módon a turbulens karakterisztikák meghatározására alkalmas profilokról kapunk információkat.

IV. TÁBLÁZAT

A monoton növekvő szélprofilokból számított havi átlagos sebességek (m/s) a különböző mérési pontokon (1980. Szarvas)

Magasság, m	0,5	1,1	2,6	5,8	13,2	30,0
Január	1,59	2,00	2,53	3,06	3,63	4,52
Április	1,22	1,72	2,30	2,81	3,33	3,97
Július	1,12	1,62	2,24	2,82	3,47	4,21
Október	1,35	1,92	2,46	3,08	3,80	4,76

A magassággal növekvő szélprofilokból számított átlagos havi értékeket a IV. táblázat adja meg. Az így meghatározott átlagsebességek, illetve a teljes



3. ábra : A magassággal növekvő szélprofilok átlagos napi menete a szarvasi mérőtorny különböző szintjeiben. 1980. jan., ápr., júl., okt.

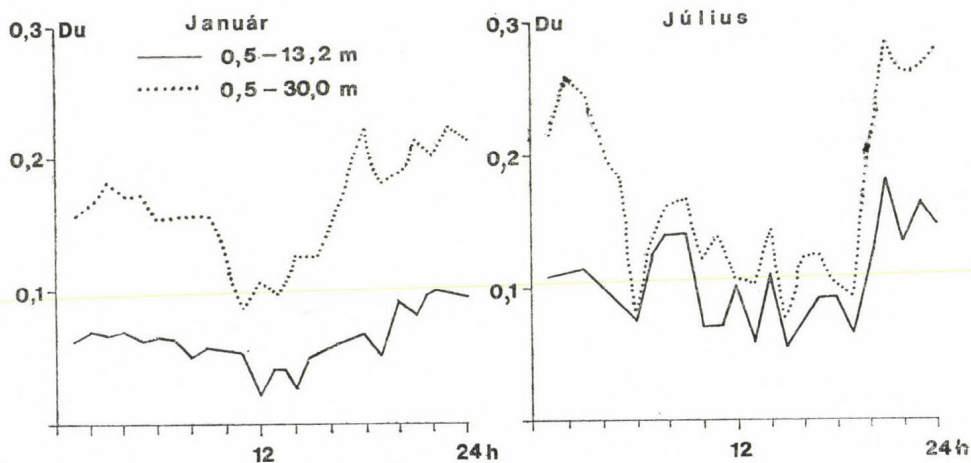
adatsorból kapott átlagértékek között áprilisban figyelhető meg a legnagyobb különbség. Ekkor a szigorúan monoton növekvő profilokból számított átlagértékek 23–31%-kal haladják meg a teljes adatsorból kapott átlagokat. Más hónapra ez az érték 8–14% közötti, és a mérőhelyek magasságától gyakorlatilag független.

Áprilist kivéve a teljes adatsorból, illetve a monoton növekvő profilokból kiszámított napi átlagos szélesebbégi menetek (3. ábra) hasonló futásúak.

A feldolgozott hónapok mindegyikében – a 3. ábra tanúsága szerint – a délutáni órákra esnek a szélmaximumok, míg az éjszakai órákat a szélesebb-

ség kis értékei jellemzik. Az egyes mérési szintekben a napi menet amplitúdója januárban a legkisebb, októberben a legnagyobb. A 0,5 m-es és a 30 m-es mérőhelyek között a kis átlagsebességgel jellemzett áprilisban alakulnak ki a legkisebb sebességkülönbségek. Ezt mutatja az I. és a IV. táblázat. A kora reggeli és a késő délutáni órákban a szélesebségnek lokális minimuma van. Ezeket az időszakokat a 0,5 m-es és a 30 m-es mérőhelyek közötti inverziós hőmérsékleti rétegződés jellemzi. A különböző mérési szintekben a lokális sebességi minimumok, illetve a maximumok azonos időben következnek be.

A szomszédos szintek szélesebség-különbségeit elemezve — Endrődi 1980-as munkájához hasonlóan — három különböző típusú réteget különítettünk el.



4. ábra: A logaritmikusszélprofiltól való eltérés az alsó 13,2 m, illetve 30 m magas légoszlopban, a szarvasi mérőtorony 1980. januári és júliusi adatai alapján

A 0,5 és az 1,1 m-es szintek között érdekesen változik a sebességkülönbség a nap folyamán. Éjszaka — stabilis légállapot — a sebesség-különbségnek minimuma van, míg napközben — labilis egyensúly — eléri a magasabb rétegekre jellemző értékeket is. A maximális sebességkülönbségeket a kora délutáni órákban mérték. A 30 és a 13,2 m közötti szélnyírás napi menete ellentétes az alsó rétegével. A sebesség-különbségek napi ingása a 2,6 és 5,8 m-es szint között a legkisebb. Az 1,1 és 2,6 m-es mérőhelyek között a szélnyírások kisebb amplitúdóval, de az alattuk lévő 0,5–1,1 m-es rétegre jellemző módon változnak. Az 5,8–13,2 m-es réteg sebességkülönbségei kisebb amplitúdóval a 13,2–30 m-es mérőhelyek közötti változásokat követik. A különböző rétegekre vonatkozó szélnyírások napi menetei a stabilis téli hónapokban kisebb, a meleg labilis nyári időszakokban nagyobb amplitúdójúak.

A talajközeli légrétegben kialakuló szélprofilokat a Monyin — Obuhov-féle hasonlósági elmélet alapján értelmezhetjük. Erősen stabilis időszakokban a szélesebség a magassággal lineárisan változik, tehát a logaritmikusszél eloszlású mérési szintjeink közül a felsők közötti sebességkülönbségek jelentősen meghaladják az alsókét. Erősen labilis helyzetekben a szél a magasság 1/3-os hatványával növekszik, így a profil ellentétesen tér el a logaritmikustól (Zilitinkievics, 1970).

A szélprofilok eltérését a logaritmikus rétegződéstől egy szórás jellegű mennyiséggel szemléltetjük, amelyet a

$$D_u = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (\Delta \bar{u} - \Delta u_i)^2}$$

alakban írunk fel, ahol:

D_u – a logaritmikus profiltól való eltérés mérőszáma,

$\Delta u_i = u_{i+1} - u_i$ – az i -edik réteg szélnyírása,

n – a mérési szintek száma,

$\Delta \bar{u}$ – az egyes rétegek szélnyírásainak az átlaga.

Indifferens rétegződés esetén D_u értéke nulla, mert a mérőhelyek a logaritmikus skálán azonos távolságra helyezkednek el egymástól.

A 4. ábrán az alsó 30, illetve 13,2 m-es rétegre mutatjuk be az átlagos órás szélprofilok alapján készített D_u értékek napi menetét. Januárban és az itt nem közölt őszi és tavaszi hónapban az alsó 13,2 m-es, illetve a 30 m-es rétegre hasonló futású görbékét kapunk. A 30 m-es rétegre vonatkozó D_u értékek a stabilis időszakokban a legnagyobbak, mivel ekkor a 13,2 és a 30 m-es mérőhely sebességkülönbsége lényegesen meghaladja az alsó szintek közötti értékeket. Labilis helyzetekben a sebességkülönbségek ellenkező irányban, de kisebb amplitúdóval térnek el az átlagtól, ami D_u alacsonyabb számértékeiben is tükröződik. Január kis D_u -értékei a gyenge szélnyírásokkal és ezek kis napi változékonyságával hozhatók kapcsolatba. Júliusban a nagyobb szélesebségek és az erősebb konvekció D_u magasabb értékeiben jelenik meg.

5. A talajközeli réteg Richardson-számai

Eddigi vizsgálatainkban külön-külön foglalkoztunk a talajközeli réteg hőmérséklet- és szélprofiljaival. A Prandtl-rétegben lejátszódó turbulens folyamatok azonban együttesen alakítják ki a hőmérsékleti, szélesebségi és az itt nem tárgyalt nedvességi profilt, így indokolt ezeknek az állapot-határozóknak az együttes vizsgálata.

A talajközeli réteg egyensúlyi állapotát, illetve a kicserélődési folyamatok minőségét az

$$R_i = \frac{g}{\Theta} \frac{\partial \Theta / \partial z}{(\partial u / \partial z)^2} \quad (2)$$

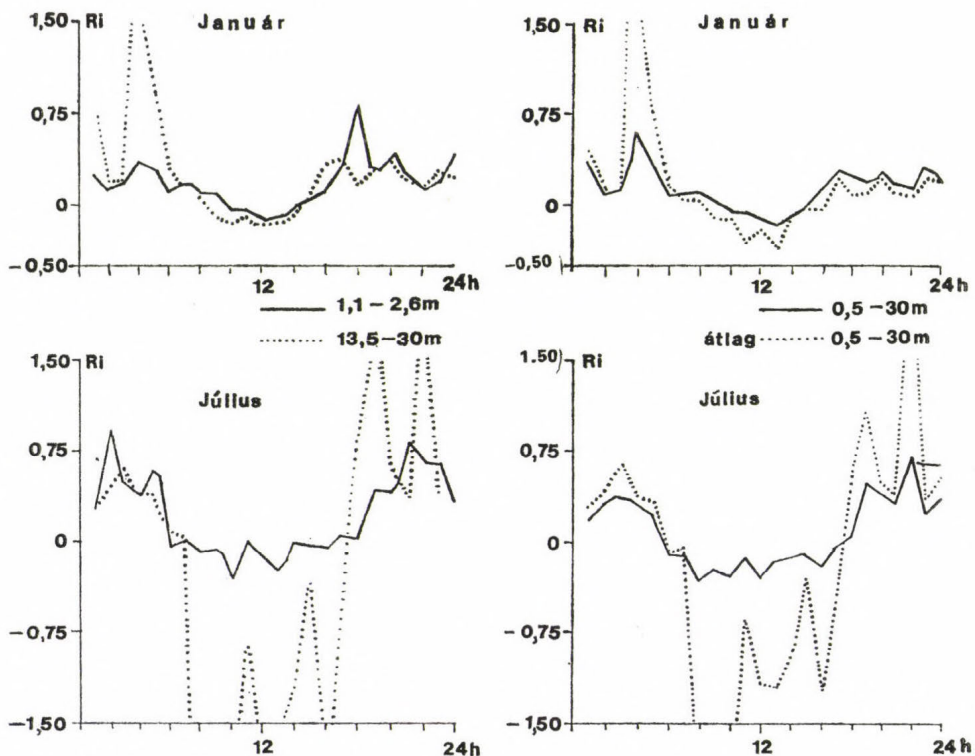
Richardson-számmal jellemezzük. $R_i > 0$ stabilis, $R_i < 0$ labilis rétegződést jelent. Ezen túlmenően a turbulens rezsim intenzitásnövekedésének vagy lecsengésének a kritériuma is. A hőmérsékleti és szélesebségi gradienseket véges különbségekkel közelítettük. Meghatároztuk a Richardson-számok átlagos napi meneteit a szomszédos mérőhelyek közötti légrétegekben. Elkészítettük ezeket a meneteiket a teljes Prandtl-réteget reprezentáló 0,5 – 30 m-es, a talajközeli légréteg alsó részét jellemző 0,5 – 13,2 m-es, valamint a légréteg belsejét képviselő 1,1 – 5,8 m-es mérőhelyek között is.

Az alsó 13,2 m-es, illetve a teljes 30 m-es légrétegre meghatároztuk az átlagos órás Richardson-számokat a szomszédos mérőhelyek közötti értékek felhasználásával, az

$$\overline{(R_i)_k} = \sum_{i=1}^{k-1} \frac{2 \cdot g}{(T_{i+1} + T_i)} \cdot \frac{[(T_{i+1} - T_i)/(Z_{i+1} - Z_i) + g/c_p] \cdot (Z_{i+1} - Z_i)}{[(u_{i+1} - u_i)/(Z_{i+1} - Z_i)]^2} \cdot \frac{(Z_{i+1} - Z_i)}{(Z_k - Z_1)}$$

egyenlőség alkalmazásával, ahol az alsó k mérőhely adatait vesszük figyelembe.

A 2,6–5,8 m-es rétegben az átlagos óras értékek többsége negatív, míg az 5,8–13,2 m-es légrétegben pozitív előjelű. Januárban például a 2,6–



5. ábra: Különböző rétegekre vonatkozó Richardson-számok átlagos napi menete 1980 januárjában és júliusában a szarvasi toronymérések adataiból

5,8 m-es rétegben minden órában pozitív, míg a felette lévőben negatív értékű átlagos Richardson-számokat találunk. Az ilyen típusú rétegződések nem elégítik ki a hasonlósági elmélet feltételeit. Ezek az eredmények a hőmérsékleti profilok elemzéséből már előre várhatók, mivel az 5,8 m-es szintben gyakoriak a lokális hőmérsékleti maximumok.

A fenti, valóságnak nem megfelelő értékek az 5,8 m-es mérési pont szisztematikus hőmérsékleti hibájára utalnak. A hőmérsékleti profilok elemzésénél már szóltunk e mérőhely pontatlanságáról a nappali órákban. A továbbiakban az 1,1–2,6 m-es, a 13,2–30 m-es rétegre vonatkozó, valamint a 0,5–30 m-es légrétegre kétféleképpen meghatározott Richardson-számok átlagos napi meneteivel foglalkozunk. Ezeket januárra és júliusra az 5. ábra mutatja be.

A 13,2–30 m-es, illetve a 30 m-es réteg átlagos Richardson-számai között néhány kiugróan nagy abszolút értékű van, ami a 13,2–30 m közötti – csupán néhányszor kialakuló – kis szélnyírás következménye. A hőmérsékleti gradiensekhez (2. ábra) hasonlóan a januárt rövidebb, míg a júliust hosszabb labilis időszak jellemzi. A különböző típusú egyensúlyi helyzetek leírására *Foken és Skeib* (1983) alapján az

$$\begin{aligned} R_1 < -0,06 & \quad \text{erősen labilis,} \\ -0,06 \leq R_1 < 0,13 & \quad \text{kvázi indifferens,} \\ 0,13 \leq R_1 & \quad \text{stabilis} \end{aligned} \quad (3)$$

felosztást használjuk. A kvázi indifferens helyzetek az átlagprofilokban mindössze 1/2–3/4 óráig fordulnak elő a reggeli, illetve a délutáni órákban.

Januárban az 1,1–2,6 m-es és a 13,2–30 m-es rétegben a nappali órákban hasonló a Richardson-számok értéke. Júliusban viszont a 13,2–30 m-es réteg értékei lényegesen nagyobbak. Ezek az eredmények a hasonlósági elmélet alapján értelmezhetők. A különböző egyensúlyi helyzetekben a Richardson-szám magasság szerinti változását az

$$\begin{aligned} R_1(Z) &= R_1(1 \text{ m}) & \text{(erősen stabilis),} \\ R_1(Z) &= R_1(1 \text{ m})Z & \text{(indifferens),} \\ R_1(Z) &= R_1(1 \text{ m})Z^{4/3} & \text{(erősen labilis)} \end{aligned} \quad (4)$$

összefüggések írják le (*Zilitinkievics*, 1970). Januárban a nappali órákban az indifferenshez közeli, míg júliusban az erősen labilis rétegződések voltak többségben. (4) alapján éjszaka a különböző rétegekre közel azonos értékeket kellene kapnunk, ez azonban – részben a magasabb rétegek kis szélnyírásai miatt – nem teljesül.

V. TÁBLÁZAT

A 30 m-es és a 0,5 m-es mérőhelyek adataiból $R_{1,0,5-30}$ és a szomszédos mérőhelyek Richardson-számaiból számított $R_{1,30}$ értékek %-os gyakoriságai (Szarvas, 1980.)

R_1 intervallum	$R_1 \leq -0,4$	-0,4– -0,3	-0,3– -0,2	-0,2– -0,1	-0,1– 0,0	0,0– 0,1	0,1– 0,2	0,2– 0,3	0,3– 0,4	$R_1 >$ 0,4
-------------------	-----------------	---------------	---------------	---------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	----------------

1980. január. Összes eset (100%): 511

$R_{1,0,5-30}$	1,4	0,4	2,0	4,3	14,9	50,1	14,1	2,9	1,8	8,1
$R_{1,30}$	8,6	1,8	1,8	8,0	12,3	38,7	13,1	4,3	3,1	8,3

1980. április. Összes eset (100%): 335

$R_{1,0,5-30}$	15,2	2,1	3,6	4,2	7,8	36,4	7,8	3,9	4,8	14,2
$R_{1,30}$	17,0	3,0	2,7	3,3	2,7	12,2	9,0	5,4	5,1	39,6

1980. július. Összes eset (100%): 517

$R_{1,0,5-30}$	4,2	2,3	5,9	10,1	21,1	21,3	13,1	5,9	7,2	8,9
$R_{1,30}$	17,8	2,9	4,9	4,9	8,6	16,8	15,5	8,4	5,9	11,6

1980. október. Összes eset (100%): 543

$R_{1,0,5-30}$	2,2	1,3	2,0	4,4	15,6	34,6	19,5	7,0	4,2	9,2
$R_{1,30}$	7,9	1,1	1,8	3,5	11,4	26,3	19,5	9,6	5,2	13,7

Elkészítettük a különböző rétegekre a Richardson-számok havi hisztogramjait is. A Prandtl-réteg egészét jellemző 0,5–30 m-es mérőhelyek, illetve az egyes rétegek átlagos értékeiből meghatározott Richardson-számok százalékos gyakoriságait az *V. táblázatban* közöljük. A hisztogram $-0,4 \leq R_1 < 0,4$ -es tartományát mutatjuk be, ahová a megfigyelések többsége tartozik. A kétféleképpen kiszámított Richardson-számok gyakoriságai között 10%-nál nagyobb eltérések is lehetnek. Az esetek többsége az $R_1 > 0$ tartományba esik. A legnagyobb gyakoriságokat a $-0,1 \leq R_1 \leq 0,1$ intervallumban találjuk, ami – jó közelítéssel – a kvázi indifferens egyensúlynak felel meg. Megemlítjük, hogy a 13,2–30 m-es, illetve a 30 m-es átlagos Richardson-számaiból, valamint az 1,1–2,6 m-es, illetve a 0,5–30 m-es mérőhelyek átlagos Richardson-számaiból kapott hisztogramok páronként hasonlóak. Ezt az 5. ábra is alátámasztja, mivel ez a két-két átlagos napi menet közel azonos alakú.

Meghatároztuk a Richardson-számokat a $(\partial\theta/\partial Z) - (\partial T'/\partial Z)$ egyszerűsítés alkalmazásával. Az így kapott értékek lényegesen eltérnek az (1) formula alapján számítottaktól. A szakirodalomban elterjedten alkalmazott $(\partial\theta/\partial Z) \sim (\partial T'/\partial Z)$ közelítés tehát nem megalapozott, sem a Richardson-számok, sem a turbulens karakterisztikák számításánál.

6. Összefoglaló megjegyzések

A dolgozatban bemutatott klimatológiai vizsgálatok menetei, a belőlük levont következtetéseink megfelelnek *Endrődi* (1980) cikkében közölteknek. A hőmérsékleti profilok tulajdonságai és a különböző rétegek Richardson-számai arra utalnak, hogy az állandó áramok feltétele – a hasonlósági elmélet alkalmazása – csak a Prandtl-réteg egy-egy alrétegén belül indokolt. A magassággal változó áramok a horizontális turbulens diffúzió jelenségét tükrözik.

A toronyadatok feldolgozhatóságát tovább javítaná a különböző szintekben lévő műszerek mérési hibáinak és a mérési pontosság magasság szerinti változásainak a vizsgálata (*Przadka*, 1984). A rendelkezésünkre álló – közel 10 évi – szarvasi adatsor és az országban lévő más toronymérések klimatológiai feldolgozásával – ami még várat magára – több célra felhasználható, a talajközeli légréteget jellemző adatbázishoz juthatunk.

Az itt bemutatott klimatológiai vizsgálatok folytatásaként a talajközeli légréteg kicserélődési folyamataival kívánunk foglalkozni.

Végezetül köszönetet mondok *Rákóczi Ferencnek* és *Práger Tamásnak* hasznos tanácsaikért, melyekkel segítették e munka elkészítését.

IRODALOM

- Endrődi G.*, 1980: A felszínközeli 30 m-es légréteg fizikai állapotának néhány jellemzője. *Időjárás* 84, 31–42
- Felméry L.*, 1955: Kísérlet természetes felszínek párolgásának meghatározására. *Időjárás* 59, 86–96
- Foken, Th. and Skeib, C.*, 1983: Profile measurements in the atmospheric near-surface layer and the determination of the turbulent energy exchange. *Boundary-Layer Meteorology* 25, 55–62
- Galló V.*, 1981: A szarvasi mérésadatgyűjtő üzemelésének tapasztalatai. Beszámoló az 1979-ben végzett tudományos kutatásokról. OMSZ, Budapest, 102–110
- Götz G. és Rákóczi F.*, 1981: A dinamikus meteorológia alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest

- Kissné Tóth E.*, 1965: Turbulens átviteli folyamatok a talajközeli légrétegben. Egyet. doktori értekezés, Budapest
- Koris, K. and Rákóczi, F.*, 1984: Climatological factors in regulating the water-level of lake Velence. *Annales Univ. Sci. Budapestinensis, Sectio Geologica* 24, 261–268
- Papež, A. and Pretel, J.*, 1977: Ausbreitung der Verunreinigung der Grenzschicht (in Russian). *Zeitschrift für Meteorologie* 27, 23–29
- Przadka, Z.*, 1984: Error of the measurement of the average wind speed using a cup anemometer in a turbulent flow. *Geod. Geophys. Verröff. RIIM* 26, 39–45
- Rákóczi F.*, 1982: A planetáris határréteg kutatásának problémái és eredményei. *Időjárás* 86, 300–314
- Salamonsson, S.*, 1982: Doppler sodar for wind measurements. Swedisch Scape Corporation.
- Tiringer Cs.*, 1982: A talajközeli légréteg hőmérsékleti rétegződése szarvasi toronymérések alapján. Beszámoló az 1980-ban végzett tudományos kutatásokról. OMSZ, Budapest, 331–340.
- Zilütinkievics, Sz.*, 1970: Dynamics of boundary layer. Publishing House of Hydrometeorology, Leningrad (in Russian)

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 90. évf. 5. szám. 1986. szeptember-október
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 90. No 5. Sept-Oct. 1986. Budapest

A bolygóközi mágneses tér és a Föld légkörének változásai közötti kapcsolat

BORBÉLY EDIT, Központi Meteorológiai Intézet, H-1525 Budapest Pf. 38.

Relationships between changes in interplanetary magnetic field and the Earth's atmosphere.
The research dealing with the relationship between the sector structure of interplanetary magnetic field and the vorticity of the Earth's atmosphere is reviewed. In the period between 1963 and 1973 the value of vorticity area index characteristically decreased in the winter months during the first day after the transition of the sector boundary. Concerning the dependence on the geographical latitude and longitude zones the following can be said: the vorticity area index is maximum between latitudes of 20° and 50° as well as between longitudes of 120° and 180° , that is in the area of Alaskan gulf. The value of vorticity area index also depends on the altitude. The maximum can be found between 500 mb and 200 mb. Above this layer it strongly decreases until about 80 mb, then it remains constant until the height of 50 mb. Above 50 mb it increases again. An other vorticity characteristics is the so-called partial effect which is defined as the minimum and maximum value of the vorticity area index after the transition of sector boundary. Further, it has been observed that the vorticity area index is two times lower during strong proton flux than in other cases. The relationship between the sector structure of interplanetary magnetic field and weather is not yet entirely proved. Further research is needed in this field. It is expected that this relationship will be demonstrated in the next future.

*

Az interplanetáris mágneses tér és a Föld légkörének változásai közötti kapcsolat. Jelen cikkben a szerző az interplanetáris mágneses tér szektor-szerkezete és a földi légkör örvényessége közötti kapcsolattal foglalkozó kutatásokat tekinti át. Az 1963–1973 közötti időszakban a szektorhatár-átmenete utáni első napon jellegzetes süllyedés mutatkozott az örvényességi terület-index (ÖTI) értékében, de csak a téli hónapokban. A földrajzi szélességi és hosszúsági zónáktól való függésre vonatkozóan a következő megállapításokat kapták: az ÖTI 20° – 50° közötti szélességeken a legnagyobb, a földrajzi hosszúság szempontjából pedig a 120° E és 180° meridiánok közötti területen, azaz az Alaszakai öböl térségében. Az ÖTI értéke a magasságtól is függ. A maximum az 500 és 200 mbar-os szint között helyezkedik el, felette erős csökkenés tapasztalható, kb. a 80 mbar-os magasságig, majd az 50 mbar-os szintig állandó, innen ismét emelkedik. Egy másik örvényességi mutató az ún. részleges hatás, amely a szektorhatár áthaladása után bekövetkező ÖTI minimális és maximális értékének hányadosa. Megfigyelték továbbá, hogy erős proton fluxus esetében az ÖTI kb. kétszer olyan mély, mint más alkalmakkor. Az interplanetáris tér mágneses szektor-szerkezete és a földi időjárás közötti kapcsolat még nem teljesen bizonyított, tovább kell vizsgálni a hatásmechanizmusokat.

*

Bevezetés. A változó Nap és a földi időjárás közötti kapcsolat keresése már a múlt század irodalmában jóval több mint 1000 dolgozatban megtalálható. Olyan hírneves szerzők, mint *Herschel*, *Gauss*, *Sabine*, *Faraday*, *Wolf*, *Stewart*, *Schuster* és *Airy* foglalkoztak ezekkel a kérdésekkel (lásd *Wilcox*, 1975). Napjainkban pedig *Wilcox* és *Ness* (1965), *Roberts* és *Olson*

(1973), *Hines és Halevy* (1977), *Williams és Gerety* (1978), *King* (1975), *Svetska* (1976) és munkatársai. Utóbbi szerzők cikkére a megfelelő szövegrészben hivatkozunk.

A Nap és az időjárás kapcsolatának tárgykörét a naptevékenység és a földi időjárás, illetve éghajlat változásai közötti korrelációk alkotják. Természetesen ezek a változások eltérő időtartamúak: legismertebb közülük a 11 évi napfoltciklus. A 11 évi periódusnál a napfoltciklus rövidebb időszakait vizsgálva mind a földmágnesesség, mind a sarki fény évi és félévi változásokat mutat a Föld pályamenti mozgása miatt, amelynek során a naptevékenység más-más hatékonysággal befolyásolja a Föld magnetoszféráját. A napfoltpárok vezető foltjainak mágneses polaritása szintén változik, 22 évi periódussal, ez az ún. Hale-féle mágneses ciklus. Wolf–Gleissberg-ciklusnak nevezzük azt a hosszabb időtartamú, durván 80 éves változást, amely a napfoltciklusok amplitúdójának nagyságában mutatkozik.

Még nagyobb időtartamot átfogó, napjainkban újra felfedezett típus a Nap változásainak sorában az, amelyet az 1645-től 1715-ig tartó naptevékenységi szünet, a mostanában híressé vált Maunder-minimum képvisel. *King* és munkatársai (1977) értékes katalógust állítottak össze az e téren felmerült korrelációkról. A 11 és 22 évi korrelációk összességére kritikus, mélyreható vizsgálatokat újabban *Pittock* (1978) végzett. Többször előforduló feltevés volt pl., hogy összefüggés van a napfoltok és a zivatarok, a tropopauza magassága, az ózon mennyisége között, és egyesek szerint még másféle időjárási és éghajlatbeli változások között is. *Pittock* (1978) szerint kapcsolat van a nyugat-amerikai aszályciklus és a naptevékenység között is. Egyéb, rövid időtartamú korrelációkat is feltételeznek, pl. a napfoltok és egy kvázi-kétévi sztratoszférabeli változás, a Nap rotációja és az atmoszférabeli nagy amplitúdójú állóhullámok, valamint a földmágneses aktivitás és a tengerszinti nyomáseloszlás folytonossági sajátosságai között. Ezeket azonban még több független módszerrel alaposan ellenőrizni kell.

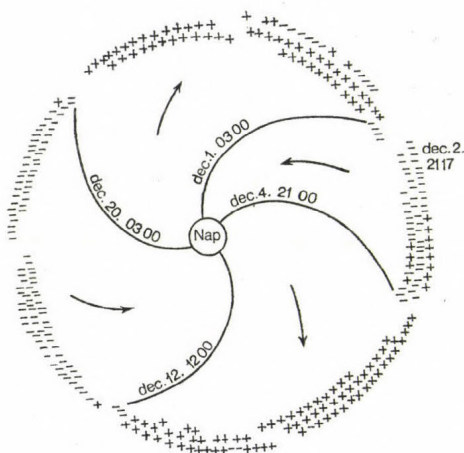
Az interplanetáris mágneses tér szektor-szerkezete és a földi légkör örvényessége közötti kapcsolat

Az adatok hosszabb időtartamú ciklusai helyett *Roberts* (1973) alternatív megoldásként azt ajánlotta, hogy a kutatók az atmoszférában, a naptevékenység változásának tulajdonítható, rövid idő alatt lezajló jelenségek felé fordítsák figyelmüket. Többek között ilyen pl. a Nap 27 napos forgásideje, és egy változó, de közelítőleg 8 napos intervallum a Földnek az interplanetáris mágneses tér szektorhatárain történő áthaladásai között. A szektorhatár és az *örvényességi terület-index* (továbbiakban rövidítve: ÖTI) összefüggés jó példa arra vonatkozólag, hogy ez az út milyen eredményes lehet. Az örvényességi terület-index adatairól ui. kiderült, hogy korrelációban vannak a földmágnesességben és a Nap felszínén lezajló változásokkal. Meg kell említenünk még a szabálytalan időközönként megjelenő napkitöréseket (flereket), amelyek földmágnesességi viharokat okoznak, és tipikus élettartamuk 1-2 nap.

Az Ohio-i State University-n 1978-ban rendezett konferencia résztvevőiből alakult tudományos bizottság arra az igen nagy horderejű következtetésre jutott, hogy a figyelemre érdemes korrelációk közül három, eddig csak lehetségesnek minősítettet, bizonyítottanak kell tekinteni. Ezek a következők: a *Maunder-minimum* típusú időszakok, a *Hale-féle mágneses ciklus* és a szektor-

határ-átmenetek. A Nap és az időjárás közötti kapcsolatokra vonatkozó más, lehetséges összefüggéseket viszont továbbra is a vitathatók közé kell sorolnunk.

Jelen dolgozatunkban az interplanetáris mágneses tér szektorhatáraival kapcsolatos kérdésekkel fogunk foglalkozni. *Wilcox* és *Ness* (1965) két, alkalmasan meghatározott objektív, korrelációs analízis céljaira használható adatsort ismert fel, amelyek közül az egyik a légköri cirkulációt jellemzi, a másik pedig statisztikai szempontból elegendő számú „szoláris” eseményt tartalmaz.



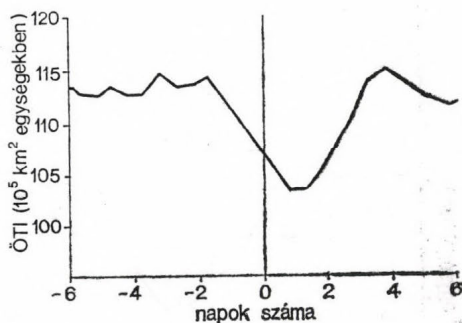
1. ábra: Az interplanetáris mágneses mező szektor-szerkezetének ábrázolása, amelyet 1963-ban az IMP-1 űrhajóval mértek (*Wilcox* és *Ness*, 1965).

A korrelációban szereplő szoláris tényezők a Földnek az interplanetáris mágneses tér szektorhatárain történő áthaladásainak időpontjai.

A szoláris szektor-struktúrát az 1. ábrában mutatjuk be *Wilcox* és munkatársai (1965) nyomán. A szektor-szerkezet a nagy kiterjedésű interplanetáris mágneses tér alapvető sajátága. E szerkezet különféle szoláris, interplanetáris és földi jellegzetességeinek leírása rendelkezésünkre áll. Maga a struktúra könnyen felismerhető azon észlelésekben, amelyeket az űrhajók magnetométereinek szolgáltatnak az interplanetáris mágneses térről, amikor a tér a napszéllel elhalad a Föld mellett. Ezt az interplanetáris teret több egymás utáni napon át a Nap felé irányított polaritásának észlelik; a következő napokban pedig olyannak, hogy polaritása a Naptól elfelé irányul. A Nap felé mutató mágneses tér negatív, az ellentétes irányú pedig pozitív előjelű. Ezt a két szektort vékony határ választja el, amely jellegzetesen, tíz percekben megadható időköz alatt „söpör” át a Földön. Egy adott időpontban normális esetben 2 vagy 4 szektor fordul elő. A szektorhatár átmenet valódi időjelzőnek mutatkozik, amely szoros kapcsolatban áll a napszéljelenség változatos fejlődésével.

A korrelációban szereplő másik paraméter a ciklonok örvényességével van kapcsolatban. A korrelációhoz felhasznált atmoszférikus jelző egy szárazított mennyiség, a *Roberts* és *Olson* (1973) által bevezetett ún. *örvényességi terület-index* (ÖTI), amely a 300–500 mbar-os felületek magasságtérképeiről lehet kiszámítható, geosztrofikus szél feltételezésével. Ezeket a térképeket naponta kétszer, 0 és 12 óra világidőre (UT) elkészíti a Boulder-i National Weather Service. Definíció szerint a cirkuláció a légrézecske sebességének

zárt görbe mentén vett vonalintegrálja, az örvényesség pedig ennek terület-egységre eső értéke. Az ÖTI-t az északi féltekének a 20° északi szélességtől északra eső részére számítják ki. Az indexet azon területek összegeként értelmezték, amelyekben az örvényesség bizonyos küszöbértéket meghalad. A küszöbértéket úgy választották meg, hogy minden jól kifejtett ciklon számításba jöjjön. Ha egyszer megválasztották a küszöbszintet, az ÖTI számítása teljesen objektív. Pontos definíciója a következő: azon területek összege (km^2 -ben), amelyek fölött az abszolút örvényesség nagyobb mint $20 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$. Az indexet



2. ábra: Az átlagos örvényességi terület-index (ÖTI) az interplanetáris mágneses tér szektor-határainak a Földön történő áthaladása idején (Wilcox et al., 1974)

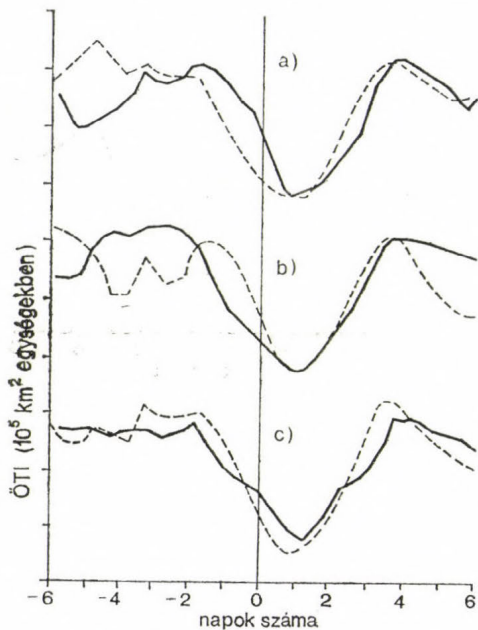
kifejezetten az alacsony nyomású zónák gyakoriságának és kiterjedésének mérésére szánták. Később egyes vizsgálatokban a $24 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ értéket alkalmazták küszöbszintként, amelyet külön jeleztünk.

Wilcox et al., 1974, az ÖTI-adatokra a szuperponált időszakok analízisének módszerét alkalmazták, zérus napoknak véve a szoláris szektorhatárokon való áthaladás publikált időpontjait. A 2. ábrán látható 54 határátmenetre végzett analízisük eredménye az 1964–1970-es évek novembere és márciusa közötti időszakból. A kapcsolat vitathatatlanul szignifikáns statisztikai sajátsgot mutat; időben mintegy 5-6 napos időtartamú bemélyedést, amelynek a minimuma a szektorhatár-átmenet után kb. 1 nappal van, amikor az ÖTI mintegy 10%-kal csökken a szomszédos értékekhez képest. A jellegzetes süllyedés csak a téli hónapokban látszik tisztán, a nyári hónapokban teljesen eltűnik, amely összefügghet azzal a ténnyel, hogy télen a legnagyobbak az Egyenlítő és pólus között a hőmérsékletkülönbségek és ezek gyakorolják a legnagyobb feszültségeket a földi légkör cirkulációjára.

E sajátsgos Nap—időjárás effektus viszonylag rövid, a 2 hetet meg nem haladó időszaka és az ehhez képest hosszú, több éves időszakokra vonatkozó ÖTI-adatok, lehetővé tették az index statisztikai sajátosságainak alapos ellenőrzését. A Wilcox és munkatársai által bemutatott eredmények igen nagy jelentőségűek voltak, amelyet később többen tüzetes vizsgálat alá vettek. Így Olson és Roberts (1978) az átlagérték közepes hibájának a kiszámítását végezte el. Ez kielégítően kicsinynek bizonyult, és a szektorhatár közelében lévő minimum a 95%-os szinten volt szignifikáns. Hines és Halevy (1977) igen gondos és részletekbe menő vizsgálatot végzett. Az adatokat különböző csoportosításban vizsgálta, és simítással, továbbá különböző szűrési módszerekkel kiküszöbölte a zavaró effektusokat. A szignifikancia-vizsgálatok a korreláció valódiságát mutatták ki akkor is, amikor további határátmenetek időpontjai váltak ismertté az 1971–1973-as évekből, azaz több mint amennyit a korreláció megállapításához eredetileg figyelembe vettek. Azonos eredmény csak

abban az esetben várható az új időpontokkal végzett hasonló analízis alapján, ha a korreláció valóban létezik. Végül arra a következtetésre jutottak, hogy a szóban forgó „szoláris hatást el kell fogadni, aminek most már az eredetét kell megkeresni.”

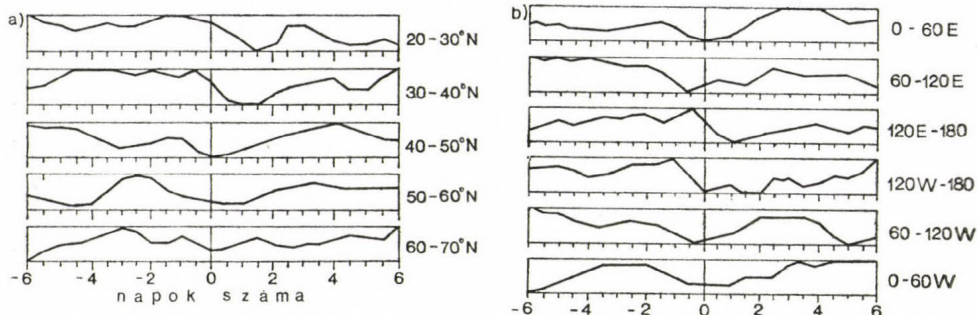
Wilcox és munkatársai (1974) a továbbiakban a határátmeneteket különböző szempontok szerint a következőképpen választották szét:



3. ábra : Az ÖTI változása különböző csoportosítású szektorhatár-átmenetek esetében (1. a, b, c, jelentése és jelmagyarázat a szövegben); (Wilcox et al., 1974)

- a) A mágneses polaritásnak a határnál való megváltozása szerint.
- b) A tél első, illetve második felének megfelelően.
- c) Az 1964-től 1966-ig, illetve 1967-től 1970-ig terjedő időszakra.

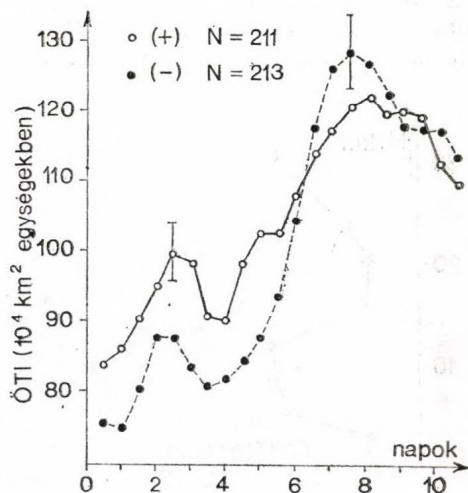
Az ezen felosztás alapján végzett vizsgálatok eredményei a 3. ábra a), b), c) részében láthatók, és magyarázatuk a következő:



4. ábra : Az ÖTI változása (a) a földrajzi szélesség (b) a földrajzi hosszúság függvényében 300 mbar, 1964–1970. november–március. Örvényességi küszöbérték $20 \times 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$ (Wilcox et al., 1974)

a) A folytonos görbe 24 olyan szektorhatár-átmenetet reprezentál, amelyeknél az interplanetáris mágneses tér polaritása megváltozott, azaz először a Nap irányába mutatott, később ellentétes irányú lett. A szaggatott görbében 29 olyan szektorhatár-átmenet van, ahol a polaritás-váltás az előbbi esettel éppen ellentétes volt.

b) A folytonos görbe 31 szektorhatár-átmenetet reprezentál a november



5. ábra: Alacsony nyomású képződmények örvényességi területi indexe az Alaszkai-öböl térségében, az interplanetáris tér pozitív, illetve negatív polaritásának esetében (Wilcox et al., 1979)

1-től január 15-ig terjedő időszakból, a szaggatott pedig 22 szektorhatárt, január 16-tól március 31-ig.

c) A folytonos görbe 26 szektorhatár-átmenetet reprezentál 1964-től 1966-ig, míg a szaggatott görbe 27 szektorhatár-átmenetet az 1967-től 1970-ig terjedő időszakból.

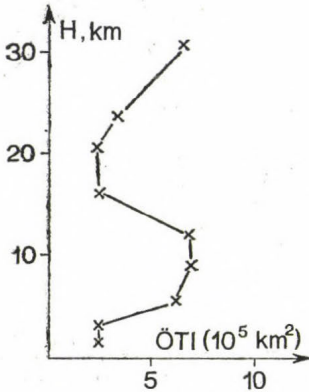
Az ábrából kitűnik, hogy az ÖTI értéke mindegyik osztályozásnál csökken a szektorhatárok áthaladása utáni első napon.

A továbbiakban vizsgálták, hogy az egyes földrajzi szélességi és hosszúsági zónákban azonos módon mutatkozik-e az említett jelenség. Mindkét vizsgálat az 1964–1970 évek közötti időszak novembertől márciusig terjedő hónapjaira, a 300 mbar-os szintre vonatkozott. A földrajzi szélesség szerinti vizsgálat céljából a 20° N és 70° N szélességi körök közötti területet 10°-os szélességi övekre bontották fel Wilcox és munkatársai (1974), amelyet a 4/a ábra szemléltet. Az ábrából kitűnik, hogy az effektus minden szélességi övben előfordul a szektorhatár áthaladása közelében. Az ÖTI csökkenése legnagyobb a 20°–50° közötti szélességeken, ahol a szektorhatár áthaladása után fél, ill. másfél napig terjedő időszakban mutatkozik meg a változás. A magasabb szélességeken pedig már 2-3 nappal a szektorhatár áthaladása előtt megkezdődik az index értékének csökkenése.

A földrajzi hosszúság és a szektorhatárok áthaladása közötti kapcsolat felderítéséhez az egész északi félgömböt 60°-os zónákra osztották fel (4/b ábra). Bizonyos mértékű csökkenés itt is megmutatkozik minden hosszúsági tartományban a szektorhatárok áthaladása közelében. Közülük a legmarkánsabb a 120° E és 180° meridiánnal határolt terület. Duffy et al. (1977) közelebbről is tanulmányozta ezt a kérdést, amikor nyugatról kb. a 180° hosszúság felől

alacsony nyomású teknők közeledtek az Alaszkai öböl ($140^\circ \text{W} - 160^\circ \text{W}$) felé. Az ÖTI-t kisebb tartományra vonatkoztatták, azaz leszűkítették egy-egy alacsony nyomású cellára. Zérus napként az alacsony nyomású teknőnek a 180° -os hosszúsági körön történt áthaladásának napját jelölték meg.

Az 5. ábrán bemutatjuk Wilcox (1979) nyomán az ÖTI értékeit 10^4 km^2 egységben kifejezve, a Naptól kifelé és a Nap felé irányuló mágneses erővonalak esetében az Alaszkai öböl térségében. A vizsgált anyag az 1951–1973 időszak október és március közötti eseteit foglalja magában. A folytonos görbe az alacsony nyomású teknők ÖTI-ét mutatja azokban az esetekben, amikor az interplanetáris mágneses mező pozitív, tehát a Naptól kifelé irányuló,



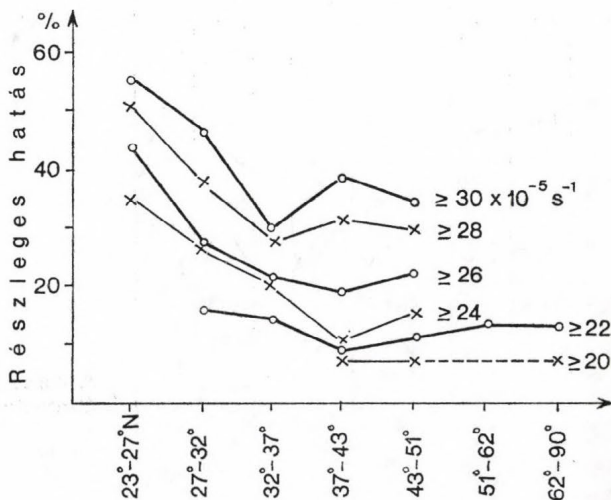
6. ábra: Az ÖTI változása a magasság függvényében (Green et al., 1979)

a szaggatott görbe pedig ellenkező irányú mágneses erővonalak esetében. Az eredmények szerint az első 6 napon keresztül nagyobb az ÖTI olyan esetekben, amikor pozitív polaritás uralkodik. Később kb. ezer szektorhatár-átmenetet vizsgáltak meg ilyen szempontok alapján, és az eredmények szerint ez a hatás 99%-os szinten szignifikáns. Az Alaszkai öbölből kiinduló és az Egyesült Államok szárazföldi részén áthaladó ciklonokról kimutatták, hogy erősebb geomágneses tevékenység idején a ciklonok általában lényegesen erőteljesebbek, mint nyugodt geomágneses körülmények között. Lehetséges, hogy mivel ez a régió közel van az északi fény, ill. mágnespólus területéhez, a Nap-időjárás közötti hatás markánsabb, mint más területeken (Roberts és Olson, 1973).

Wilcox és munkatársai a 700 és 300 mbar-os szintek közötti légkörben mutatták ki statisztikailag az örvényességi index és a szektorhatárok korrelációját. Green (1979) megvizsgálta az ÖTI magassággal való változását (6. ábra). Arra az eredményre jutott, hogy az ÖTI a 700 mbar-os (3 km) szinttől felfelé erősen növekszik. A maximum értéke az 500 és a 200 mbar-os szint (5,5 km–12,5 km) között van, felette, kb. a 80 mbar-os (17 km) magasságig, erős esökkenés tapasztalható, majd az 50 mbar-os (20 km) szintig állandó, innen ismét emelkedik. A 10 mbar-os (30 km) magasságban eléri a troposzféra középső rétegében tapasztalt értékeket.

Wilcox et al. (1979) egy másféle örvényességi mutatót, nevezetesen a szektor-szerkezetnek a troposzférikus cirkulációra kifejtett ún. „részleges hatást” állapították meg. Ezt a következőképpen határozták meg: a szektorhatár-átmenete után bekövetkező ÖTI minimumának mélységét, amit D-vel jelöltek, elosztották az index maximális értékével, és ennek eredményét %-ban

fejezték ki. Ezt a karakterisztikát a 300 mbar-os szinten a szektorhatár 133 áthaladása esetében vizsgálták meg, és kiszámították az északi félgömb 8 szélességi zónájára. A vizsgált periódus az 1963 és 1973 évek közötti időszak volt, amelyből csak a téli félév hónapjait vették figyelembe. Ebben a vizsgálatban az abszolút örvényesség egyedi értékeit használták fel, és nem a Roberts és Olson által definiált összesített ÖTI-értéket. Az eredményeket a 7. ábrában mutatjuk be. Amint az ábrából kitűnik, az örvényesség növekedésével erősen növekszik az interplanetáris mágneses tér szektor-szerkezetének az ÖTI-re gyakorolt részleges hatása is. A 23–27° N szélesség között



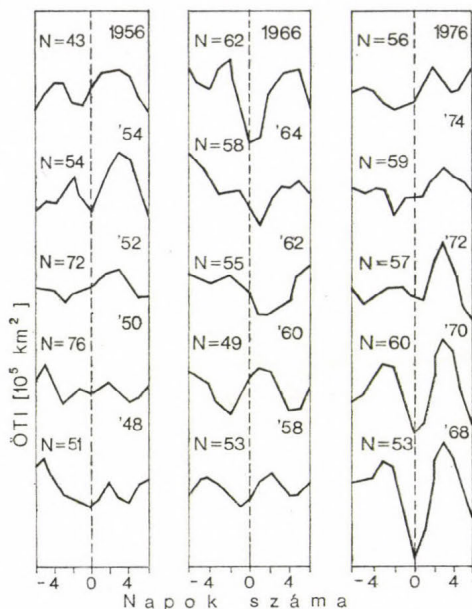
7. ábra: Az interplanetáris mágneses tér szektor-szerkezetének részleges hatása különböző örvényességek esetében az egyes földrajzi szélességeken 300 mbar, 1963–1973, tél. 133 határátmenet (Wilcox et al. 1979)

a $30 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ értékű örvényességnél a részleges hatás majdnem eléri a 60 %-os értéket.

Az interplanetáris mágneses tér szektor-szerkezete és az örvényesség közötti összefüggés további kutatását Arora és Padgaonkar (1980) végezte el; kimutatták, hogy az összefüggés 1947 és 1957 között egészen más volt, mint az 1963–1974-ig terjedő periódus idején. Az összefüggés földérítése céljából Arora és Padgaonkar (1981) később kiértékeltek az 1946-tól 1978-ig tartó időszak alatt történő szektorhatár-átmeneteknél az ÖTI értékeit az 500 mbar-os szinten (8. ábra). A szerzők 15 periódusra bontották a sorozatot, 5-5 évet vettek figyelembe, 3 évi átfedést alkalmazva. Amint az ábrából látható, 1946 és 1962 között nem csökkenést, hanem inkább emelkedést mutat az örvényességi terület-index a szektorhatárok áthaladása után, úgyhogy 1962 előtti (az 1954. évet kivéve) nincs észrevehető összefüggés az ÖTI értékei és a szektorhatár-átmenetek között. 1962 és 1972 között, mint már többször említettük, csökkenés mutatható ki a szektorhatár-áthaladások után kb. 1 nappal. A csökkenés az 1968-as időszakaszban volt a legmélyebb.

Williams és Gerety (1978) az 1974-től 1977-ig terjedő időszakot vizsgálta meg. Ebben az időszakban sem mutatkozik olyan kapcsolat, mint amelyet az 1963–1973 évek alatt észleltek. Meg kell jegyeznünk még azt is, hogy csak a novembertől márciusig terjedő téli hónapok adataiból mutatható ki jobban az említett korreláció, az október hónapra kiterjesztve már nem ilyen egyértelmű a kapcsolat. Ezen különbségek okait többféleképpen magyarázhatjuk:

több kutató felhívta a figyelmet arra, hogy a szektorhatárok áthaladásának időpontjait és a hozzájuk tartozó örvényességi értékeket igen pontosan kell meghatározni. Az örvényességi terület-index adatait *Olson* és munkatársai 1977-ben és 1979-ben számították ki. A szektorhatárok áthaladási időpontjait a *Svalgaard* (1975) által készített „Interplanetáris Szektor-szerkezet Atlasz”-

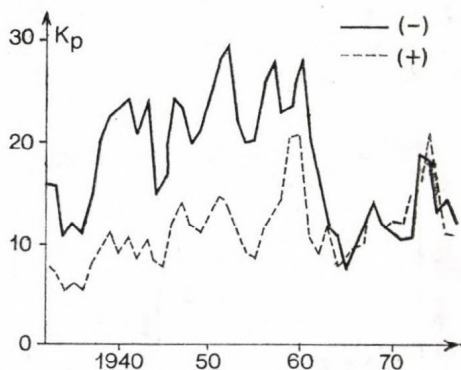


8. ábra: Az ÖTI válasza a szektorhatárok átmenete esetében 15 periódusban. Az időszakok középső éveit a jobb sarkokban lévő számok jelzik (*Arora és Padgaonkar*, 1981)

ból vették. Az 1962 előtti időszakban a szektorhatár áthaladásának időpontját talajközeli megfigyelések alapján a napi uralkodó polaritásból, 1962 után pedig az űrhajók magnetométeres méréseiből állapították meg. *Wilcox* és *Scherrer* (1981) arra mutatott rá, hogy 1962. január 9-én az ÖTI értéke hirtelen és tartósan megnövekedett, majdnem kétszeres értékűre. Ez nyilvánvalóan nem meteorológiai okokra vezethető vissza, hanem valószínűleg az okozta ezt a jelenséget, hogy a Boulder-i National Center megváltoztatta az analízis módszerét. Egy másik különbség is adódott ebben az időszakban, ui. 1963 előtt a geomágneses aktivitás közepes értéke majdnem kétszer akkora volt az interplanetáris mágneses mező negatív polaritású napjaiban, mint a pozitív polaritású napokban (9. ábra). 1963 után ez a különbség eltűnt. Mindeddig vitatott tény, hogy vajon ez a helyzet az analízis módszer változásából adódott, vagy határozott változást jelent az interplanetáris mágneses mező és a földi aktivitás között, vagy egyszerűen a korábbi évek során a pozitív polaritás gyenge volt. Mindenesetre az interplanetáris mágneses mező polaritására a földi aktivitás válasza 1963 előtt lényegesen más volt, mint ezen időpont után. Ennek alapján feltételezték tehát, hogy bizonyos földi feltételeknek is teljesülniük kell ahhoz, hogy az interplanetáris mágneses tér szektor-szerkezetének változása az ÖTI-ben modulációt keltsen.

Hines és *Halevy* (1977) bevezette a nagyobb és kisebb eltérés, az ún. „*excursion*” fogalmát, s ezt a következőképpen határozta meg. A határátmenetek előtti és utáni 6-6 nap ÖTI-értékei maximumának és minimumának

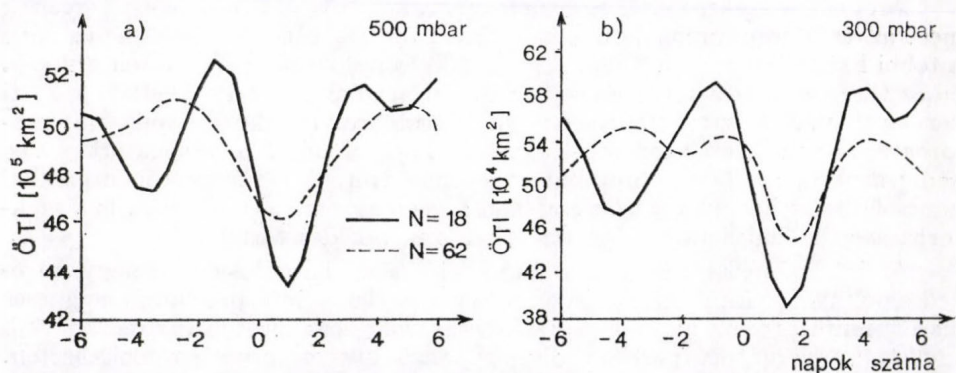
különbségét számította ki. Ilyen szempontból az 500 mbar-os szinten az 1963. november 1-től 1976. március 31-ig terjedő időszakot vették vizsgálat alá; sajnos, a kis és nagy eltérés meghatározásának határértékét nem közölték. 162 határátmenetnek kb. a fele kicsiny eltérésű, a másik fele pedig nagyobb eltérésű volt. Az eredmények egyértelműen rámutattak arra, hogy kicsiny



9. ábra: A geomágneses aktivitás indexének (K_p) változása a Nap felé (negatív) és a Nap-tól kifelé irányuló (pozitív) polaritások esetében 1936–1973 között (Wilcox és Scherrer 1981)

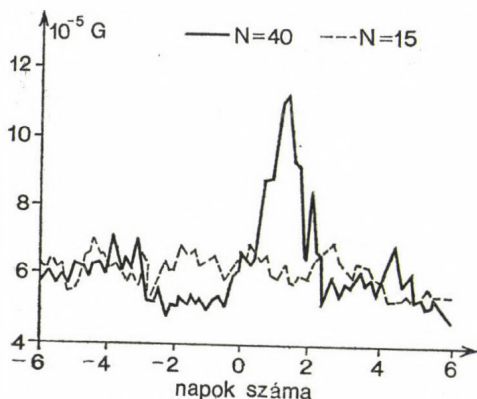
eltérések esetében a Nap időjárásra gyakorolt hatásának a mértéke is kisebb, és fordítva. Megállapították továbbá azt is, hogy 1974 és 1978 között az ÖTI lényegesen kisebb értékű volt, 34–44 (10^5 km^2) értékek között mozgott, míg az 1963 és 1973 között már 47–54 (10^5 km^2) értékek fordultak elő. Wilcox (1976) kiszámította az általa eredetileg vizsgált 1963–1973 közötti időszakból ezeket az eltéréseket és ebben a periódusban is az esetek fele kisebb, a másik fele nagyobb eltérésű volt, míg 1977. november és 1978. március között 18 határátmenet közül csak egy nagyobb eltérést talált és 17 kisebb eltérést.

Az említett jelenségek arra utalnak, hogy a légköri válasz nem feltétlenül a Nap hatásától függ, hanem a hatás megérkezésekor az adott helyen uralkodó viszonyoktól, a kezdeti föltételektől is. Úgy látszik, ezek az 1963–1973-as időszakban kedvezők voltak, előtte és utána azonban nem.



10. ábra: Az ÖTI változása a szektorhatár-átmenetek esetében. A folytonos görbe az erős proton-áramokkal együttjáró szektorhatár-átmeneteket jelzi, a szaggatott görbe pedig a többi határátmeneteket, 1963–1969 között. A (b) ábrán az ordinátatengely beosztása kb. 10-szer kisebb, mint az (a) ábrán (Wilcox, 1979)

Igen érdekes *Svetska* és munkatársainak (1976) megállapítása, akik az interplanetáris mágneses szektorhatárok áthaladásakor bizonyos esetekben MeV nagyságrendű protonáramot észleltek. Ilyen határátmenetek alkalmával az ÖTI nagyobb mértékben csökkent, mint olyan esetekben, amikor csak gyenge protonáramok voltak tapasztalhatók. Az előbbi olyan szektorhatárátmenetek esetén fordul elő, amikor a napszél különösen aktív. Ezen határátlépések alkalmával a troposzférikus cirkuláció erőteljesebb változása alakul ki, mint olyan szektor-határ-átmenet alkalmával, amikor nincs erős protonáram. *Svetska* et al. (1976) szerint az interplanetáris térben vannak olyan



1.0 ábra: Az interplanetáris mágneses mező változása erős proton áram esetén (folytonos görbe) és a többi határ-átmenet (szaggatott görbe) esetén az 1963–1969 között (*Wilcox*, 1979)

mágneses szektorok, amelyekben az alacsony energiájú protonok sűrűsége megnövekszik. Ez a proton-fluxus először akkor figyelhető meg, amikor a szektor nyugati határa átsöpör a Földön. Ezután az áramlás erőssége növekszik két vagy több napig. A növekedés időtartama rendszerint rövidebb, de esetenként hosszabb is lehet, mint a mágneses szektor szélessége. Bizonyos esetekben növekedés figyelhető meg még egyszer akkor, amikor ugyanez a szektor ismét a Föld felé fordul, kb. 27 nappal később, ez azonban nem törvényszerű.

Azoknál a szektorhatár-átmeneteknél, ahol erős proton-fluxust figyeltek meg, az ÖTI minimuma keskenyebb volt, de kb. kétszer olyan mély, mint a többi határátmenetnél. A 10. ábra az 500 és a 300 mbar-os szinten mutatja be az ÖTI értékeit a téli félévben az északi félgömbre az 1963–1969 közötti periódusban. A folytonos görbe azokra az esetekre vonatkozik, amikor a szektorhatár-átmenet erős proton-fluxushoz kapcsolódott, a szaggatott görbe pedig azokra, amikor a protonáram gyenge volt. Az erős protonáramokkal kapcsolatos szektorváltozások esetében a geomágneses aktivitásban is a szektorhatár-áthaladása utáni első napon erős növekedés történt.

Az interplanetáris mágneses mező értékeiben hasonlóképpen nagy növekedés mutatható ki. A 11. ábrán a folytonos görbe az interplanetáris mágneses mezőt mutatja be, amikor a szektorhatárok erős proton-fluxussal jártak együtt, a szaggatott görbe pedig ugyanazt gyenge protonáramok esetén. Az előbbi esetben az interplanetáris mágneses mező görbéjében erős kiugrás tapasztalható, az utóbbi esetben azonban nem voltak lényeges változások.

Svetska és munkatársai (1976) megállapításai szerint a protonáramok szokatlanul zavart napszélviszonyokat jeleznek. A napszél sebessége és sűrű-

sége ilyenkor megnövekszik, a kozmikus sugárzás intenzitása pedig kb. 1%-kal csökken a szektorhatárok áthaladása után.

Meg kell még említenünk *Arora* 1983-ban végzett vizsgálatait, aki a geomágneses aktivitás és a szektorhatár-átmenetek, valamint az ÖTI és a szektorhatárok átmenete közötti korrelációt vizsgálta, 1963–1978 november–márciusa között. Mindkét kapcsolatra vonatkozóan a korreláció nagysága, ill. szorossága alapján gyakorisági eloszlást állapított meg. Az eredmények szerint a szektorhatár-átmenetek idején mindkét mennyiségben az ismert változás kimutatható; felhívja azonban a figyelmet arra, hogy ezek a változások egymástól függetlenek. A szektorhatárok utáni geomágneses aktivitás növekedése nem szükségszerű feltétele annak, hogy az ÖTI-ben süllyedés következék be.

Következtetések

Befejezésül több tudományos kutatás eredménye alapján megállapíthatjuk, hogy hosszú időskálán bizonyos esetekben megvan az összefüggés a Nap szektorhatárai és a földi örvényességi terület-index között. A két jelenség közötti ok-okozati fizikai lánc azonban még nem teljesen zárt. Távoltként az merülhet fel előttünk, hogy a kiváló tényező a Nap részecskesugárzásában keresendő, beleértve a napszelet és a kozmikus sugárzást. Lehetséges, hogy egy már előzőleg meglévő, meteorológiai jelenség fáziseltolódása szolgáltatja az egyes periódusokban már megfigyelt egyezést. A szükséges fáziseltoló mechanizmust még nem ismerjük. Remélhető, hogy a naptevékenység és a földi időjárás közötti összefüggés kutatása terén a következő mérföldkő – az ok-okozati kapcsolat egyértelmű bizonyítása – már nincs messze.

IRODALOM

- Arora, B. R.*, 1983: Occurrence probability of solar-geomagnetic-weather relations. *J. of Atm. and Terr. Phys.* 45, 569–572.
- Arora, B. R. and Padgaonkar, A. D.*, 1980: Low latitude aeronomical processes. *COSPAR Symp. Ser.* 8, 241–244.
- Arora, B. R. and Padgaonkar, A. D.*, 1981: Time variation of solar influence on tropospheric circulation. *J. of Atm. and Terr. Physics* 43, 91–95.
- Duffy, P. B., Wilcox, J. M., Roberts, W. O. and Olson, R.*, 1977: Interplanetary magnetic field polarity and the size of low-pressure troughs near 180° W longitude. *Science* 204, 60–62.
- Green, J. S. A.*, 1979: Possible mechanism for Sun-weather relationships. *J. of Atm. and Terr. Phys.* 41, 765–770.
- Hines, C. O. and Halevy, I. J.*, 1977: On the reality and nature of a certain Sun-weather correlation. *J. of Atm. Sci.* 34, 382–404.
- King, J. W.*, 1975: *Sun-weather relationships*. A working document issued by spec. Committee for Solar-terr. Phys. National Academy of Sciences, Washington, 109–125.
- King, J. W., Slater, A. J., Stevens, A. D., Smith, P. A. and Willis, D. M.*, 1977: Large amplitude standing planetary waves induced in the troposphere by the Sun. *J. of Atm. and Terr. Phys.* 39, 1357–1361.
- Olson, R. H. and Roberts, W. O.*, 1978: Short-term relationship between solar flares, geomagnetic storms and tropospheric vorticity patterns. *Nature* 274, 140–142.
- Pitcock, A. B.*, 1978: A critical look at long-term Sun-weather relationships. *Rev. Geophys. Space Phys.* 16, 400–420.
- Roberts, W. O. and Olson, R. H.*, 1973: Geomagnetic storms and winter-time 300 mbar trough development in the North Pacific Atlantic area. *J. of Atm. Sci.* 30, 135–140.
- Svalgaard, L.*, 1975: An atlas of interplanetary sector structure 1957–1974. *Research report* 629, 84.
- Svetska, Z., Fritzoza-Svetskova, L., Nolte, J. T., Dodson-Prince, H. W. and Hedeman, E. R.*, 1976: Low energy-particle events associated with sector-boundaries. *Solar Phys.* 50, 491–500.

- Wilcox, J. M., 1975: Solar activity and the weather. *J. of Atm. and Terr. Phys.* 37, 237–256.
- Wilcox, J. M., 1976: Sun and weather. *Science* 192, 745–748.
- Wilcox, J. M., 1979: Tropospheric circulation and interplanetary magnetic sector boundaries followed by MeV proton streams. *Nature* 278, 840–841.
- Wilcox, J. M., 1979: Influence of the solar magnetic field on tropospheric circulation. In: *Solar terr. influences on weather and climat.* Reidel, Dordrecht, 149–159.
- Wilcox, J. M. and Ness, N. F., 1965: Quasi-stationary corotating structure in the interplanetary medium. *J. of Geophys. Res.* 70, 5793–5805.
- Wilcox, J. M., Scherrer, P. H., Svalgaard, L., Roberts, W. O., Olson, R. H. and Jenne, R. L., 1974: Influence of solar magnetic sector structure on terrestrial atmospheric vorticity. *J. of the Atm. Sci.* 31, 581–588.
- Wilcox, J. M., Scherrer, P. H. and Svalgaard, L., 1979: Intensity of tropospheric circulation associated with solar magnetic sector boundary transits. *J. of Atm. and Terr. Physics* 41, 657–659.
- Wilcox, J. M. and Scherrer, P. H., 1981: On the nature of the apparent response of the vorticity area index to the solar magnetic field. *Solar Physics* 74, 421–432.
- Williams, R. G. and Gerety, E. J., 1978: Does the troposphere respond to day-to-day changes in solar magnetic field? *Nature* 275, 200–210.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata, 90. évf. 5. szám. 1986. szeptember-október
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 90. No. 5. Sept-Oct. 1986. Budapest

Néhány megjegyzés az időjárás és éghajlat fogalmáról

KOPPÁNY GYÖRGY, József Attila Tudományegyetem Éghajlattani Tanszéke, H-6722 Szeged,
Egyetem u. 2-6.

Remarks on concepts of the weather and climate. The effort for extension of the deterministic forecasts has propounded the old problem, to distinguish between the weather and climate, and between the concepts of weather prediction and climate forecast. Theoretically it seems reasonable to define the limit of typical time scales of weather at 30 days, hence the range of climatic variations begins at one month or so. However this definition neglects the facts as follows. 1. The weather forecasts are not based exclusively on deterministic methods, therefore the temporal limit of forecasts is not necessarily identical with the limit of deterministic methods. 2. The meteorological forecast is a successive approximation task, which can not be solved with absolute precision as it is expected by deterministic prediction. 3. The numerical general circulation models do not include all the atmospheric processes (e. g. QBO, SOI, very long-lasting blockings). 4. The annual variations are substantial features of the climate, thus the time scale of the climate can not be shorter than one year.

✱

Néhány megjegyzés az időjárás és éghajlat fogalmáról. A determinisztikus előrejelzések kiterjesztésére irányuló törekvés fölvetette az időjárás és éghajlat, az időjárási és éghajlati prognózisok megkülönböztetésének problémáját. Elméletileg indokoltnak látszik, hogy az időjárás tipikus időskáláját 30 napban korlátozzuk, ezért az éghajlatingadozások spektruma kb. egy hónapnál kezdődik. Ez a meghatározás azonban figyelmen kívül hagyja a következő tényeket: 1. Az időjárás-előrejelzések nem kizárólag determinisztikus módszerekkel készülnek, így időkorlátjuk nem szükségképpen azonos a determinisztikus módszerekével. 2. A meteorológiai előrejelzés egy fokozatos megközelítési feladat, amit nem lehet abszolút pontossággal megoldani, amint ez a determinisztikus előrejelzésektől várható. 3. Az általános légkörzés numerikus modelljei nem foglalják magukban valamennyi légköri folyamatot (mint amilyen pl. a kvázikétéves oszcilláció, a déli félgömb oszcillációs indexe, a nagyon hosszantartó blockingok). 4. Az évi menet az éghajlat lényeges jellemvonása, ezért az éghajlat időskálája nem lehet rövidebb, mint egy év.

✱

Az időjárás és az éghajlat meghatározása körüli vita örökzöld téma a meteorológiában. Ez nagyon is érthető, ha meggondoljuk, hogy az időjárás és az éghajlat ugyanazon elemek összessége: napsugárzás, hőmérséklet, légnyomás, szél, légnedvesség, felhőzet, csapadék stb. Általában nem használunk külön mérőműszereket, ha az időjárás vagy az éghajlat megfigyeléséről van szó, csupán a mérések időbeli gyakoriságában van különbség.

A két fogalom szoros egymásba kapcsolódása és szétválasztásának nehezségei egy szemléletes példával jellemezhetők. Tekintsünk egy játékfilmet. Ennek építőelemei a filmkockák, amelyek egy-egy pillanatot rögzítenek – ezek felelnek meg az időképek fogalmának. A film epizódokból, jelenetekből, azaz a filmkockák különböző hosszúságú, tartalmilag összefüggő sorozataiból áll – ezek megfelelője a légkörben az időjárás. Az egész történet, amit a játékfilm megörökít – az éghajlat. Amint a film epizódjait, jeleneteit olykor igen nehéz egymástól szétválasztani, hiszen önmagukban gyakran értelmetlenekké

válnak, s csak a többi jelenettel való összefüggésük ad nekik értelmet, ugyanúgy az időjárás fogalmát is nehéz időben körülhatárolni. Ezért minden olyan kísérlet, amely az időjárás és az éghajlat szétválasztását időkorláthoz köti, magán viseli az önkényesség bélyegét. Egészen más kérdés az, amikor az éghajlatra reprezentatív idősorok hosszának megállapításáról van szó (pl. 30 évi törzsértékek, a WMO által összeállított CLINO standardok).

Érdemes megjegyezni, hogy az újabb magyar meteorológiai szakirodalomban sem található két azonos meghatározás az éghajlat fogalmáról (*Czelnai*, 1980; *Czelnai*, *Götz* és *Iványi*, 1982; *Götz*, 1985; *Pécze*, 1978). Érthető óvatosság jellemzi az éghajlatingadozások időskálájára vonatkozó becsléseket is (*White*, 1986). Nem célunk, hogy az éghajlat egymástól többé-kevésbé eltérő meghatározásait elemezzük, annál inkább fontosnak tartjuk, hogy az éghajlatot elméleti időkorlátok közé szorító törekvésektől elhatároljuk magunkat.

Abból az alapelvből indulunk ki, hogy a természet, és ezen belül az éghajlat megismeréséhez elsősorban nem elvont okoskodással, mesterséges modell-kísérletekkel, hanem mindenekelőtt a valóság megfigyelésével juthatunk el. Végtelen hibát követnénk el, ha az éghajlat meghatározását kizárólag a determinisztikus előrejelző-modellekkel folytatott kísérletek eredményeitől tenénk függővé.

Ismeretes, hogy a légkör fizikai folyamatainak numerikus modellezése új szemléletet és ezzel együtt új fogalmakat honosított meg a meteorológiában, erről a magyar szakirodalomban is jó összefoglalást találunk (*Czelnai*, 1980; *Czelnai*, *Götz* és *Iványi*, 1982). Ilyen új fogalom a külső kényszer, amely a légkörnek, mint gyorsan változó rendszernek a viselkedését bizonyos korlátok közé szorítja, és ezzel adott földrajzi helyen az időjárások sokaságából az éghajlatot kialakítja. A külső kényszerek közé soroljuk pl. a litoszférát a talajfelszínnek eltérő fizikai, termikus tulajdonságaival és a domborzattal, a hidroszférát, a krioszférát, a napsugárzást. Ezek általában lassú rendszerek. A légkört kis hőtehetetlensége, továbbá a légmozgások gyors disszipációja, a légkörben föllépő háborgások rövid relaxációs ideje miatt nevezzük gyors rendszernek. Minthogy a légkör aránylag gyorsan reagál a külső kényszerek hatására, ezenkívül a kezdeti (belső) állapotok alig észrevehető kis különbözőségeire időben gyorsan növekvő eltérésekkel válaszol (*Lorenz*, 1982), ezért az időjárási események kronológikus sorrendjének előrejelzése bizonyos határon túl már nem ad használható eredményeket.

Ez az igen rövidre fogott és alapjában igaz megállapításokat tartalmazó gondolatcsoport azonban a determinisztikus előrejelzésekkel és az általános légkörzés numerikus modellezésével foglalkozó szakembereket arra csábítja, hogy az időjárás és az éghajlat fogalmát kizárólag a numerikus modell-kísérletek tapasztalataiból vezessék le. Így született meg az a meghatározás, hogy a 30 napnál rövidebb légköri állapotváltozások az időjárás, a 30 napnál hosszabbak az éghajlat fogalmkörébe tartoznak (*Götz*, 1985). Más szavakkal: az időjárás jellemző időskálája 30 napnál rövidebb, az éghajlaté 30 nap vagy ennél hosszabb. Ebből következik, hogy az egy hónapnál rövidebb érvényességű prognózisok időjárási, az egy hónapos vagy ennél hosszabb tartamúak éghajlati előrejelzések.

A gyakorlati szakember számára azonban ez a szétválasztás elfogadhatatlan. Ennek több oka is van. Az egyik ok az, hogy *a meteorológiai előrejelzés nem egyetlen lépésben és végérvényesen megoldható feladat, hanem fokozatosan megközelíthető, de tökéletesen el nem érhető cél*. Ebben az értelemben hasonlít az égi mechanikából ismert több-test problémához, amelynek nincs tökéletes matematikai megoldása, csupán közelítő számítási módszerek ismeretese.

A másik fontos ellenvetés az, hogy a meteorológiai előrejelzések nem kizárólag determinisztikus módszerekkel készülnek (Czelnai, 1980; Girsz, 1974; Girsz és Kondratovics, 1978; Houghton, 1985; Kaba és Faragó, 1976; Klein, 1981; Linezey and Wagner, 1985; Namias, 1981; Titkos és Maller, 1981). Éppen ezért a determinisztikus előrejelzések időkorlátai nem jelentik magától értetődően az előrejelzések abszolút időkorlátját (Lorenz, 1969). A determinisztikus előrejelzés alapvető célkitűzése az időjárási események, légköri állapotváltozások kronológikus sorrendjének prognosztizálása. Ez a célkitűzés azonban még a rövid-, sőt ultrarövid távon sem valósítható meg következetesen. A 36 órás prognózisok készítői sem vállalkoznak pl. arra, hogy a napsütés, felhőképződés, zivatarok vagy ködök kezdetének és megszűnésének időpontjait óra – percnyi pontossággal előrejelezzék. Ehhez csaknem km² térbeli felbontású prognózisokat kellene megfogalmazni. A „túlnyomóan derült”, „túlnyomóan borult”, „ismétlődő esők”, „helyenként reggeli ködképződés”, „kevés felhő, valószínűleg eső nélkül” stb. kitételek a rövid távú előrejelzésekben szinte mindennaposak. Vitathatatlan, hogy ezek a várható időjárásról statisztikai jellegű tájékoztatást nyújtanak. Nem minden tekintetben igaz tehát az, hogy az időjárás statisztikája az éghajlat fogalomkörébe tartozik (White, 1986).

A repülésmeteorológiai előrejelzések (TAF) mindig 9 órányi tartamra, 3 óránkénti megújítással, tehát 6 órányi átfedéssel készülnek, s általában minden időjárási elem várható valószínű értékére adnak becslést. Viszont a repülőtér vagy környezetének légterében előálló, s a repülés biztonságát veszélyeztető jelenségre (köd, porvihar, zivatar, szélnyírás stb.) figyelmeztető, ún. SIGMET-előrejelzések optimuma a veszély bekövetkezése lehető pontos idejének a prognosztizálása (WMO Technical Regulation, No 49. Vol. II.).

Még kevésbé valósítható meg maradéktalanul az időjárási események egymásutánjának prognosztizálása a közép- és hosszútávú előrejelzésekben. A különböző távprognosztikai iskolákban ezért új, sajtóságos makroszinoptikai fogalmakat vezettek be és honosítottak meg. Ilyenek a nagy térségű és hosszabb tartamú szinoptikai folyamatok: a német *Grosswetterlage* vagy *Grossweltwetterlage*, a természetes szinoptikai évszakok, az éven belüli fejlődési fázisok, a Namias-féle index-ciklus (Ambrózy, Bartholy és Gulyás, 1984; Baur, 1972; Van Dijk, 1985; Girsz, 1960, 1974). Ilyen fogalom továbbá a német *Witterung*, az időjárási jelleg, amely napokig, sőt hetekig tartó hasonló időjárás uralmával jellemezhető, valamint ennek angol megfelelője, a *spell* és a hasonló, *spell*-ekből felépülő *natural season* (Perly and Barry, 1973). Ezek a fogalmak abból a felismerésből származnak, hogy a föld-légkör rendszer, az újabb szemlélet szerint: a lassú és gyors rendszerek állandó kölcsönhatása, és részben a makroskálájú mozgások miatt nagy tehetetlenségű folyamatok játszódnak le a légkörben. Ezek a lassú folyamatok a visszacsatolási mechanizmusok miatt hónapokig, sőt kivételesen évekig is eltarthatnak (Namias, 1964). Észak-Amerikában és hazánkban is kimutatható pl., hogy hideg és csapadékos telek (tavaszok) után nagy valószínűséggel hűvös tavaszok (nyarak) várhatók és fordítva.

Bizonyos légköri folyamatoknak itt csupán érintőlegesen említett lelassulása szélesíti ki az időjárás időspektrumát. Az időjárás hosszabb tartamú előrejelzése kezdettől fogva erre a felismerésre épül. Vannak nagy tehetetlenségű, alacsony frekvenciájú légköri változások, amelyek elvben előrejelezhetők, és vannak kis tehetetlenségű, nagyfrekvenciájú ingadozások, amelyek hosszabb távon előrejelezhetetlen zajok (Koppány, 1983).

A világ számos országában, ahol a távprognosztikának sok évtizedes ha-

gyományai vannak, olyan hosszabb tartamú előrejelzéseket készítenek, amelyek egyes időjárás elemek *5, 10 napos vagy havi átlagos anomáliáit* tartalmazzák, esetleg tendenciájára adnak becslést (Baur, 1972; Gírsz, 1960, 1974; Kaba és Faragó, 1976; Livezey and Wagner, 1985; Namias, 1981). Nem csekély gyakorlati jelentősége van Dél-Ázsiában a monszunális eső évszakos előrejelzésnek, vagy hazánkban a téli fűtési szezon átlagos hőmérsékelti anomáliájára adott prognózisnak. Ezeknek a prognózisoknak akkor is van gyakorlati hasznuk a társadalom számára, ha semmit sem mondanak arról, hogy melyik napon esik a legtöbb vagy legkevesebb eső, illetve melyik nap lesz az évszak leghidegebb vagy legmelegebb napja.

De továbbra is a meteorológiai előrejelzéseknél maradva: akár időjárás, akár éghajlati előrejelzésekről van szó, lényegében ugyanazon paraméterek, időjárás események prognosztizálása a cél. A széles körben elterjedt gyakorlat szerint: *szűkebb értelemben az időjárás közép- és hosszabb távú előrejelzésének feladata az egyes időjárás elemek várható anomáliáinak, vagy éghajlati valószínűségekkel definiált kategóriáinak prognosztizálása* (Koppány, 1978). Ezek az előrejelzések tehát föltételezik az éghajlati normál értékek vagy valószínűségek ismeretét az adott földrajzi helyen. Sikerességük pedig azzal mérhető, hogy a metodikai prognózisok hibái mennyivel kisebbek, mint a normál értékekre, vagy éghajlati valószínűségekre alapozott „éghajlati prognózisok” hibái. Ebből a szempontból „éghajlati prognózison” az éghajlat megmaradására, stabilitására alapozott előrejelzést értjük (Czelnai, 1980; Gírsz, 1960; Gírsz és Kondratovics, 1978; Houghton, 1985). Nem ismeretesek ui. olyan operatív kísérletek, amelyek az éghajlat évekig, évtizedekig, vagy ennél is hosszabban tartó ingadozásainak előrejelzését tűzték ki célul. Ezért is indokolatlan és egyelőre még korai éghajlat-előrejelzésekről mint gyakorlatról beszélni. Legföljebb az ún. másodfajú, „ha . . . , akkor . . .” éghajlati prognózisok jöhetnek szóba, ezek azonban gyakorlatilag függetlenek a távprognosztikai szolgálatoktól.

Végül megfontolást érdemel az, hogy vajon a numerikus modellek jelenlegi formái alkalmasak-e *valamennyi légköri jelenség* leírására. Itt elsősorban az alacsony szélességek sztratoszférikus cirkulációjában tapasztalt *kvázikétéves oszcillációjára* (QBO), a déli félgömbön fellépő *oszcillációs index* (SOI) ingadozására és az *egy hónapnál hosszabb ideig fennmaradó blockingokra* gondolunk.

Az időjárás és az éghajlat szétválasztása a 30 napos időkorlátnál más szempontból is elfogadhatatlan. Ez a meghatározás ui. figyelmen kívül hagyja az éghajlati rendszer egyik legfontosabb külső kényszerét, a napsugárzást, közelebről a Nap deklinációjának szabályos évi periodicitását. Márpedig a földfelszín valamely pontján a Nap delelési magasságának és a nappalok hosszának évi változása az adott hely éghajlatának egyik legmarkánsabb jellemvonását alakítja ki: a hideg és meleg, vagy csapadékos és száraz évszakok váltakozását, a monszunális területeken a szél évszakos fordulását. Ha az éghajlat jellemző időskáláját 30 napra korlátozzuk, akkor ebből az időskálából kirekesztjük az éghajlat egyik szubsztanciális elemét, az évi menetet és ezzel együtt magát az éghajlatot is. Ezért magától értetődő, hogy az éghajlat karaktisztikus időskálája nem lehet rövidebb egy évnél (Saltzman, 1983).

Még akkor sem lehet az éghajlat időskálája egy évnél rövidebb, ha a légkör állandó sugárzási viszonyok (a Nap deklinációjának rögzítése) mellett, izotermikus (250 K) és mozdulatlan kezdeti állapotból kiindulva, mintegy

35–40 nap alatt képes a jelenleg ismert termikus és kinematikai állapotába átalakulni, amint ezt numerikus modell-kísérlettel kimutatták (Kasahara and Washington, 1967; Washington et al., 1968).

Félreértés volna, ha valaki az elmondottak után azt gondolná, hogy jelen sorok írója valamilyen ellenszenvet érez a modellkísérletek iránt. Ellenkezőleg, nagyra értékeli azoknak a magyar meteorológusoknak a törekvéseit, akik a világ élvonalában álló országokban végzett, s a legkorszerűbb számítástechnikát igénylő kutatásoknak új távlatokat nyitó eredményeire irányítják a hazai szakemberek figyelmét. Célja csupán annak hangsúlyozása volt, hogy milyen torzulásokra vezet a rendkívül összetett meteorológiai kérdések egyoldalú, egydimenziós szemléleten alapuló megközelítése.

IRODALOM

- Ambrózy P., Bartholy J. és Gulyás O., 1984: A system of seasonal macrocirculation patterns for the Atlantic-European region. *Időjárás*, 88, 121–133.
- Baur, F., 1972: *Langfristige Witterungsvorhersagen*. Wissenschaft. Verlagsg. Stuttgart.
- Czelnai R., 1980: *A meteorológia eszközei és módszerei*. OMSZ, Budapest.
- Czelnai R., Götz G. és Iványi Zs., 1982: *A mozgó légkör és óceán*. OMSZ, Budapest.
- Van Dijk, W., 1985: *The Influence of the European „Grosswetterlagen” on the Kinetic Energy of the Atmosphere*. Rijksuniversiteit, Utrecht.
- Gírsz, A. A., 1960: *Osznovü dolgozrocsnüh prognozov pogodü*. Gidrometizdat, Leningrad. 350–351.
- Gírsz, A. A., 1974: *Makrocirkulacionnüh metod dolgozrocsnüh meteorologicseszküh prognozov*. Gidrometizdat, Leningrad.
- Gírsz, A. A. i Kondratovics, K. V., 1978: *Metodü dolgozrocsnüh prognozov pogodü*. Gidrometizdat, Leningrad.
- Götz G., 1985: The climate problem – an overview. *Időjárás*, 89, 320–328.
- Houghton, D. D. (editor), 1985: *Handbook of Applied Meteorology*. John Wiley et Sons, New York, Toronto.
- Kaba M. és Faragó T., 1976: A havi középhőmérsékletek statisztikai prognosztizálása és a Bayes-rizikó becslése (orosz nyelven). *Időjárás*, 80, 313–325.
- Kasahara, A. and Washington, W., 1967: NCAR global general circulation model of the atmosphere. *Monthly W. R.*, 35, 1, 27–30
- Klein, W. H., 1981: *Application of statistical weather forecasting to different time scales*. Proceedings of the Symposium on Current Problems of Weatherprediction, Vienna, June 23–26, 1981.
- Koppány Gy., 1978: *Távprognosztika II*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Koppány Gy., 1983: Az időjárás hosszabb tartamú előrejelezhetősége. Akadémiai doktori disszertáció.
- Livezey, R. E. and Wagner, A. J., 1985: *Prospects and potentialities for long-lead seasonal temperature forecasts with significant skill*. Proceedings of the Symposium on Current Problems of Medium and Long Range Weather Forecasts. Budapest, 103–109.
- Lorenz, E. N., 1969: Three approaches to atmospheric predictability. *Bull. Am. Met. Soc.*, 50, 5, 345–349.
- Lorenz, E. N., 1982: Atmospheric predictability experiments with a large numerical model. *Tellus*, 34, 6, 505–513.
- Namias, J., 1964: Seasonal persistence and recurrence of European blocking during 1958–1960. *Tellus*, 16, 3, 394–407.
- Namias, J., 1981: *Predicting prevailing weather from a season to several years ahead – a synoptician's view*. Proceedings of the Symposium on Current Problems of Weatherprediction, Vienna, June 23–26, 1981, 147–151.
- Péczeley Gy., 1978: *Eghajlattan*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Perry, A. H. and Barry, R. G., 1973: *Synoptic Climatology*. Methuen et Co., London, 304–319.
- Saltzman, B. (editor), 1983: *Theory of Climate*. Academic Press, New York, London, Paris.
- Tűkos E. és Maller A., 1981: *Makroszínoptika és távelőrejelzés*. OMSZ Kiseb kiadványai 49.
- Washington, W. et al., 1968: The application of CRT contour analysis to general circulation experiments, NCAR Manusc. 68–77.
- White, R. M., 1986: Climatic variations. *WMO Bull.* Vol. 35, No 1, 27–30.
- WMO Technical Regulation, No 49, Vol. II, 1976.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 90. évf. 5. szám. 1986. szeptember-október
Journal of the Hungarian Meteorological Service, Vol. 90. No 5. Sept-Oct. 1986. Budapest

A Magyar Tudományos Akadémia meteorológiai kiadványai a XIX. században

BÉLL BÉLA, Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1024 Budapest, Pf. 38

Előzmények. 160 évvel ezelőtt, közel 200 évvel az első európai Tudós Társaság megalapítása után, 1825-ben – Széchenyi István közismert felajánlásával – megalakult a Magyar Tudós Társaság, későbbi nevén a Magyar Tudományos Akadémia (MTA).

A Tudós Társaság kezdettől fogva fő feladatának tekintette a tudományos könyvkiadást olyannyira, hogy az 1831. évi első nagygyűlésen életre hívott 4 bizottság közül 3 kiadói ügyekkel volt megbízva.

Az első nagygyűlést megelőzően, még 1825-ben megjelent az Akadémia első alapszabályainak összeállítására kiküldött bizottság jelentése. Ezt a kiadványt tekintik az első akadémiai kiadványnak.

A magyar tudományos könyvkiadás története szorosan kapcsolódik magának az Akadémiának történetéhez, s ezen keresztül az ország korszakváltásaihoz.

1. *Az Akadémia alapszabályai* az MTA feladatait, valamint a vele szemben támasztott társadalmi igényeket tartalmazzák. Ezek természetesen nem örök érvényű programot jelentenek az MTA számára, hanem – mint a feladatok és igények változnak – új és új alapszabályokra volt és lesz szükség. Ezeknek elfogadása, ill. megvitatása az évi közgyűlés hatáskörébe tartozik. Miután a háborús évek és a két világháború közötti időszak jelentős változásokat hoztak mind a társadalom, mind az MTA életében, mindpedig az egyes tudományok fejlődésében az alapszabály számos módosítására, sőt új alapszabályokra volt és lesz szükség. Valamennyi megegyezett, ill. megegyezik abban, miszerint „az Akadémia Magyarország, ill. a Magyar Népköztársaság legfelsőbb tudományos intézménye, amelynek feladata a magyar tudományos élet kutatása és irányítása”.

A Tudós Társaság életének első, 1825–1848 közötti szakaszában a természettudományok, a matematika, a műszaki és agrártudományok bizonyos mértékben háttérbe szorultak, pl. a nyelvtudomány mellett: a Társaság elsősorban nyelvművelő feladatot látott el.

A természettudományok tekintetében a hiányt némileg pótolta a *Bene Ferenc* és *Bugát Pál* akadémikusok javaslatára 1840-ben megalapított *Királyi Magyar Természettudományi Társulat* (KMTTT), amely a később létrehozott *Tankönyvkiadóval* – különösen a könyvkiadás terén – volt segítségére a Tudományos Társaságnak, ill. az MTA-nak.

1849-ben és az ezt megelőző években az említett tudományterületeken a Tudós Társaság a kutatást főként pályázatok kiírásával támogatta. Így lett 1849-ben levelező

tag *Berde Áron*, „LÉGTÜNEMÉNYTAN” című műve elismeréseként, amely az első jelentős magyar nyelvű agrometeorológia és humánbiometeorológia volt. 1849-ben elnyerte a Tudós Társaság nagyon előkelő *Marczibányi*-jutalmát (lásd később).

1848 márciusában a Tudós Társaság felvette a Magyar Nemzeti Akadémia nevet, de a szabadságharc elvesztése után tevékenységének szüneteltetésére kényszerült.

Új alapszabályait – miután a bécsi császári Akadémiába való beolvasztásának veszélye megszűnt – a király 1849-ben hagyta jóvá.

Ennek értelmében, amely a magyar nyelvű tudomány irányítását kivette az Akadémia feladatai közül és az intézményt a kormány felügyelete alá helyezte, az Akadémia 1850-ben kezdhette meg újból működését.

Természetesen egyik fő feladata: az akadémiai könyvkiadás is szünetelt, a Könyv és Folyóirat Bizottság sem működött!

Az 1867. évi kiegyezés után az Akadémia önállóságát érintő sérelmek új alapszabályaiban orvoslást nyertek. Ezek első tervezete 1868 tavaszán került jóváhagyás céljából a közgyűlés elé. Ennek megtörténte után a tervezetet *Ferenc József* király *Arany János* „főtitoknak” előterjesztésére 1869-ben hagyta jóvá. Ezek változatlanul szabályozták az MTA működését közel 8 évtizeden át, egészen 1945-ig.

A tudományfejlődés szempontjából a megelőző, eléggé negatív korszakban a természettudományok szempontjából pozitív lépések is történtek. Ilyennek minősíthetjük a Matematikai és Természettudományi Bizottság megalakulását, amit humán tudósok: *Eötvös József* és *Szalay László* kezdeményeztek, s amelynek fáradozásai révén jött létre és kezdte meg működését 1870-ben a Meteorológiai és Földdeleljességi Intézet.

Mindenesetre „az Akadémia 1858-ig tartó benuit évtizede alatt a műszaki és agrár-tudományok akadémiai sorsa különösen gyászos volt”. A természettudományok fejlődését bizonyos mértékben biztosította ugyan a KMTTT megnövekedett bekapcsolódása az MTA feladatkörébe, mégis a második világháború meglehetősen elhanyagolt állapotban találta – legalább is akadémiai vonatkozásban – mindhárom tudományterületet.

A II. világháború, különösen annak utolsó éveit, a nyilaskorszak, érthető módon nem kedveztek az akadémiai könyvkiadásnak. A felszabadulás után számos, részben megérdemelt kritika súlyosbította a megváltozott körülmények között útját kereső Akadémia helyzetét. A külföldre távozott *József főherceget* *Kornis Gyula* váltotta fel az elnöki székben, de ő sem személyében, sem mentalitásában nem volt alkalmas arra, hogy az Akadémia kívánt átalakítását végrehajtsa. Jóllehet az 1945. évi közgyűlésen tartott megnyitó beszédében hangsúlyozta: „horizontunk most már nem szűkülhet le pusztán nyugatra, az orosz tudomány kapuján is kopogtatnunk kell”, mégis a reformokat sürgető *Szent-Györgyi Albert* kételkedett abban, hogy az Akadémia „a száz év előtti állapotokhoz szabott szervezetével és a radikálisabb megújulásnak ellenálló, régi szellemével képes lenne a szovjet példa követésére”. Szerinte az Akadémia adott formájában nem előmozdítója, hanem inkább akadály lenne az újjáépítés útjában.

Kétségtelen, hogy az Akadémia ezekben a nehéz években túlságosan befelé fordult, a hazai tudományos életnek irányítását elhanyagolta, a természettudományok forradalmi fejlődését figyelmen kívül hagyta, az újjáépítés országos erőfeszítéseiből nem vette ki részét, szervezetében elavult és reformokra volt szüksége, de ezeket önmagában nem volt képes végrehajtani.

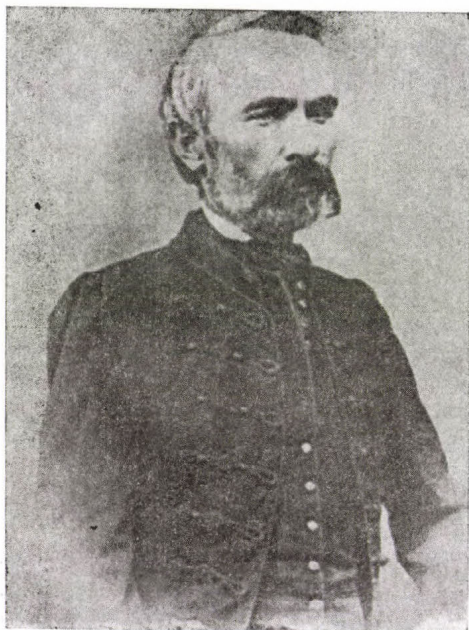
Ilyen körülmények között érthető, hogy egyik fő feladatának kijelölt könyvkiadói tevékenysége szinte teljesen szünetelt. Igaz, hogy az Akadémia ezekben az években működésének anyagi alapját lényegében elvesztette. A kormány arra az álláspontra helyezkedett, hogy működésének anyagi feltételeiről az állami költségvetés keretében kell gondoskodni, s 1946 őszétől évi 90 000 Ft-ban szabta meg állami támogatását. Ezzel szemben az Akadémia évi 500 – 600 000 Ft-ban jelölte meg a tevékenységéhez szükséges állami támogatás összegét.

Sajnos, az újjáépítési korszak erőfeszítései nem tették lehetővé, hogy a magyar népi demokrácia szűkös anyagi eszközeiből a kívánt államségélyt megadja. Így érthető, hogy az aránylag nagy költségigényű könyvkiadás ezekben a nehéz időkben csaknem teljesen szünetelt.

Ebben az időben a magyar tudományos életet az 1948. év augusztusában országgyűlési határozattal létrehozott Magyar Tudományos Tanács (MTT) irányította. A parlamenti vitában felmerült az a kérdés, hogy az MTT funkcióit miért nem az MTA-ra ruházza a törvény. *Rudas László* képviselő véleménye szerint: „az Akadémia nem tölti be sem tudományos, sem tudományirányító feladatát, és nem tapasztalható olyan törekvés, hogy az új világ szellemében átalakítja a maga munkáját”. A legmagasabb helyen elhangzott éles kritika mutatja, hogy az akadémiai reformra nagy szükség volt.

2. Az *akadémiai törvény*. Végül is az Akadémia átszervezési folyamatát az 1949. évi XXVII., ún. akadémiai törvény zárta le. Eszerint a tudományos kutatások elvi feladatköre magában foglalta azoknak a műszaki és természettudományi témáknak előtérbe helyezését, amelyek a társadalom és a népgazdaság érdekeit szolgálják, s később a 3–5 éves tervek során az *Országos Távlati Tudományos Kutatási Tervek* (OTTKT)-ben realizálódtak.

3. Az *Akadémia kutatóintézeti hálózata*. A MTA-nak az OTTKT-ben való részvételét jelentősen elősegítette kutatóintézeti hálózatának kiépítése.



Dr. Berde Áron (1819–1892), kolozsvári egyetemi tanár, az első, aki katedráról, korszerű éghajlattant magyar nyelven adott elő és a Magyarország éghajlatával foglalkozó első nagyobb terjedelmű, magyar nyelvű mű, a „Légtüneménytan” (1847) szerzője

Az 1969. évi 41. sz. törvényerejű rendelet szétválasztotta a MTA testületi (az elnök vezetése alatt) és szakigazgatási (a főtitkárnak alárendelve) tevékenységét. A kutatóintézeti hálózat a főtitkár alá tartozik. A főtitkárt a közgyűlés javaslata alapján a Kormány nevezi ki. Ugyanebben az évben létesült a *Tudománypolitikai Bizottság* és az *Orsz. Műszaki Fejlesztési Bizottság* (OMFB). Mindkettő olyan feladatkört kapott, amelyeket össze kellett egyeztetni az akadémiai programokkal, különösen az OTTKT szempontjából.

1950-ben létrejött az *Akadémiai Kiadó*, 1952-ben pedig az *Akadémiai Nyomda*. Ezzel az akadémiai könyvkiadás új lendületet kapott. Ettől kezdve az Elnökség közvetlen irányításával működő *Könyv- és Folyóirat-Bizottság* osztotta és osztja szét az egyes tudományos osztályokra lebontott ívkeretet. (A X. Osztálynak általában 10 ív áll rendelkezésére valamennyi földtudomány 1 évi könyvtermésére. Az utóbbi elosztását az osztályülések végzik.

Ezzel a szervezéssel jelentősen emelkedett az évenként kiadott művek száma (az Akadémia ívszámán felül a Kiadó jogosult más kiadványok elkészítésére is). Amíg 1950-ben csupán 13 könyv jelent meg akadémiai kiadásban, 1957-ben már 92 önálló munka, közöttük 76 magyar szerző műve, látott napvilágot.

A következőkben azokkal a meteorológiai tárgyú magyar művekkel (könyvekkel) foglalkozunk, amelyekkel a MTA az akadémiai könyvkiadás keretében a hazai meteorológia fejlődését jelentősen támogatta. Mellettük bemutatjuk a meteorológia felső fokú oktatásának rendelkezésére álló szak-könyvkészletet is. Az utóbbiból következtetni tudunk az esetleges hiányosságokra. De figyelembe veendőnek tartjuk az 1840-ben megalakult KMTTT és később a Tankönyvkiadó oktatási célból kiadott szakkönyveit is. Miután nem célunk a kutatási eredményekről számot adni, hiányoznak ebből az összeállításból a különböző folyóiratokban és periodikákban megjelent cikkek, így a KMTTT és a Meteorológiai Intézet kiadványaiban közzétett munkák is.

A XIX. század első felében hézagpótló könyvként tartották számon a legrégibb, magyar nyelvű meteorológiai szakkönyvet, címe:

4. Berde Áron: *Légtüneménytan, s a két magyarhon éghajlatviszonyai s ezek befolyása növényekre és állatokra*. Özv. Barréné és Stein kiadása, Kolozsvár, 1847 (a Magyar Tudós Társaság Math. és Természettudományi Bizottságának megbízásából). Ekkor még az Akadémiai Kiadó nem működött, s a Magyar Tudós Társaság, később a MTA idegen nyomdákat is igénybe vett – szerződéses megbízással – kiadványainak közzétételére.

Berde Áron közel másfélszáz éves könyve különösen figyelemreméltó ma is azért, mert a szerző a berlini egyetem tanárának, Dove-nak tanítványa volt. Dove akkortájt a meteorológiában (pontosabban a szinoptikában) új irányt jelölt, s a légkör globális szemléletével korát megelőzte. Természetesen anakronizmus lenne, ha a XX. század végének radaros, műholdas, számítógépes világából számon kérnénk a XIX. század primitív műszerezettségét. Berde könyvének megjelenésekor (1849) nem álltak a kutatók rendelkezésére összehangolt adatsorok, s a meteorológia is inkább leíró jellegű volt.

Dove és ennek nyomán Berde Áron jelentősége a világirodalomban, ill. a hazai szakirodalomban éppen a leíró jellegnek magasabb rendű oknyomozó, fizikai jelleggel való felcserélésében van. A fizikai ok keresése közben Dove (és Berde) nem felelték el a légköri folyamatok globális szemléletét, amely szerint a szilárd Föld, a folyékony hidroszféra (a krioszférával együtt) és a légnemű atmoszféra (geoszféra) fizikai egységben alkotják a *Földbolygót*, amelyen belül az egyes geoszféra eseményei a másik kettővel kölcsönhatásban mennek végbe. Ilyen formán a légtüneménytannak a mai légkörfizika felelne meg, az „égalj-viszonyok” szó helyett pedig az „éghajlat-tant” használjuk. A könyv I. része eszerint a földi légkör fizikájával foglalkozik. A szerző Dove nyomán 3 alapvető kérdést tart globális jelentőségűnek:

a) Mi pótolta hosszú évszázadokon át a légkör oxigéntartalmát az oxidációs folyamatokkal szemben. A felelet ma is helytálló: *a növényvilág széndioxid (szén-savany) asszimilációs folyamata*.

b) Mi gondoskodik arról, hogy a száraz levegő oxigén- és nitrogénaránya változatlan? A felelet ma is helytálló: *a turbulencia jelensége*.

c) Milyen magasságig terjed a földi légkör? A könyv felelete: „A' hajnallásból számítva: 10 földr. mföld, de 74 km magasságban a' levegő oly párányi, hogy részecskéi nem képesek a Nap sugarait megtörni, miért a' levegő határát mintegy e' magasságban szokták megadni”.

A XX. század második felében a meteorológiai rakéták és műholdak tanúsága szerint a Nap bolygórendszerében az ún. bolygóközi tér nem üres, hanem roppant ritka anyagot, a Naphól kiinduló anyagi (*korpuszkuláris*) sugárzás részecskéit (a napatmoszféra itt már nagyon ritka gázait) tartalmazza. Ebbe a ritka anyagba megy át fokozatosan a földi légkör.

Az utóbbi felső határáról tehát nincs értelme beszélnünk, mint ahogyan azt még a közelmúltban is tették. Magam vagyok élő tanúja annak, hogy rangos ismeretterjesztő művek még a XX. század 30-as éveiben is tág teret szenteltek ennek a kérdésnek, s az általános vélemény az volt, hogy a légkör vastagsága bizonyosan meghaladja az 1000 km-t, ameddig a sarkifény legmagasabb sugarai felnyúlnak és ott a légkör molekuláinak, atomjainak jelenlétéről hírt adnak. A műholdak hiányát mindenesetre anakronizmus lenne felróni Berde Áron korának. Könyve nyilván megérdemli, hogy bővebben ismertessük, mint a többi akadémiai kiadványt.

Könyvének II. része (*A' két Magyarhon éghajviszonyai*) is megérdemli a bővebb ismertetést. A klimatológusok általános, elfogadott munkamódszere szerint minden egyes éghajlati megállapítás alátámasztandó elegendő hosszú, kellő minőségű adatsorokkal, ahol az „elegendő hosszú” föltételt a táj adottságaihoz simuló statisztikai számítások fejezik ki, az adatsorok „minőségét” pedig nemzetközileg szervezett egyidejű, azonos módszerekkel végzett mérések szolgáltatják, ill. biztosítják. Nem róható fel azonban Berde Áronnak az, hogy az utóbbi lehetőséggel nem élt. Korában még nem működött a Magyar Meteorológiai Intézet (csak a kiegyezés után, 1870-ben alakult meg, Berde könyvének megjelenésekor éppen megkezdte a magyar észlelőhálózat megszervezését). Berde egy-egy város (Kolozsvár, Fejérvár, Pécs stb.) esetleges adatait használta fel, éppen ezért semmiképpen nem támaszkodhatott egyidejű, ismert módszerekkel végrehajtott megfigyelési sorokra. Éghajlati megállapításait – legalábbis Magyarországra és Erdélyre vonatkozóan – csak bizonyos fenntartással fogadhatjuk el. Közép-Európáról már jobb áttekintést tud nyújtani Berde könyve, mivel felhasználhatta a *Mannheimi Meteorológiai Társaság* 10 évi adatsorát, amely már mindkét említett föltételnek (egyidejűség, azonos módszerek) megfelelt. Berde – Európát nagy eurázsiai kontinens szaggatott partvidékű félszigetének tekintve – megállapíthatta, hogy nagy tengerektől (Atlanti-óceán, Földközi-tenger) övezve, keleten a nagy kontinens hatása alatt, nyugatról kelet felé haladva az éghajlat tengeri jellegűből fokozatosan kontinentálisba megy át, ami főként a rosszabb vízellátásban és az éghajlat szélsőséges jellegében nyilvánul meg Kelet-Európában. Ebben a rendszerben a „két magyarhon” medence jellegénél fogva szárazabb, mint szélességi köre általában, és hőmérsékleti viszonyait a nagy szélsőségek (meleg nappalok és nyár, hideg éjszakák és tél) jellemzik. Ehhez járul még a hegyvidékek különleges, hűvös éghajlata.

Az éghajlat szélsőséges jellegéből következik az évszakok közti átmenet, így a *kitavasodás* aránylag rövid időtartama is. Berde ízes, múlt századbéli szavait idézve: „a' nyugotibb helyeken a' tavasz könnyebben kinyomja helyéből a' telet, mint keleten fekvő hazánkban.” Ennek a kitavasodásbeli különbségnek jelentős mezőgazdasági következményei vannak.

Ezzel már el is érkeztünk a III. rész: *Éghajlatunk befolyása a' létműves világra*. A „létműves” szó, amely nem ment át a közhasználatba, a növény- és állatvilágot jelenti. Ennek a résznek első fejezete: a növényvilágra gyakorolt „befolyás” az első magyar nyelvű AGROMETEOROLÓGIA, második fejezete pedig – az állatvilág és az ember – az első, magyar nyelvű BIOMETEOROLÓGIA. Nem tudom, ezeket vették-e figyelembe a könyv akadémiai bírálói, vagy kitűnő stílusát, pedagógiai érdemeit, amikor Berde Áron könyvét az 1845–1850 között megjelent magyar nyelvű természettudományi művek közül legérdemesebbnek ítélték a tekintélyes Marczibányi-jutalomra, 1885. dec. 15-én pedig e művéért az MTA levelező tagjává választotta. Ő lett ezzel

az első meteorológus tagja a MTA-nak. Székfoglalójának címe: „A levegő nyirkosság némely égalji befolyása”. Ebben a szerző kihangsúlyozza a kellő vízellátottság mezőgazdasági jelentőségét, amelyet könyvében nem mint elsőrendű, a termést meghatározó, döntő tényezőt emel ki a hőmérséklettel szemben, amely Dove globális szemlélete szerint a földrajzi szélességgel azonos értékű éghajlati tényező lévén, meghatározza a hely alkalmasságát valamely növény szempontjából. Éghajlatunk medence-jellegénél fogva a *vízellátás*, mint minimumban lévő tényező, a fontosságban megelőzi hazánkban a hőmérsékletet. Egyébként ez a rangsorolás az újabb megfigyelések ismeretében történt, Berde Áron ilyenek nem lehetett birtokában.

Itt megállott Berde Áron tudományos szereplése a MTA előtt. 1860 után vegytani kísérletei megrontják egészségét, 1866-ig több könyv kéziratát készítette el, de ezek inkább vegyipari művek voltak és gazdaságtani munkájával együtt nem kerültek közlésre. Hazafias céllal alapították munkatársával a Magyar Futár című ókonzervatív lapot, majd jó viszonyuk megromlása után egyedül látta el egy szabadelvű, hazafias lap szerkesztői munkakörét, amivel kapcsolatban a hatóságokkal szemben vitái is voltak.

Berde híven kitartott a nemzeti ügy szolgálatában az idők jobbrafordultáig s a rábízott lapot haláláig szerkesztette. Irodalmi működése ez idő tájt a köz- és államgazdaságra korlátozódott.

Berde kiváló tanár is volt. Iskoláinak elvégzése után kinevezték a kolozsvári főtanoda megürült tanszékére tanárnak, de ugyanakkor az erdélyi unitárius egyház ösztöndíjával Németországban az említett Dove és más tudósok mellett tovább tanult s állását csak hazatérte után, 1844 őszén foglalta el. Visszavonulása után részt vett Erdély társadalmi és tudományos életében, szerkesztette a *Természetbarát* c. tudományos folyóiratot.

Berde Áron nekrológiájának olvasásakor egy kiváló tudós és nemes lelkű hazafi képe elevenedik meg előttünk, akire úgy is mint tudósra, úgy is mint emberre büszkén tekint fel a hazai meteorológusok összessége.

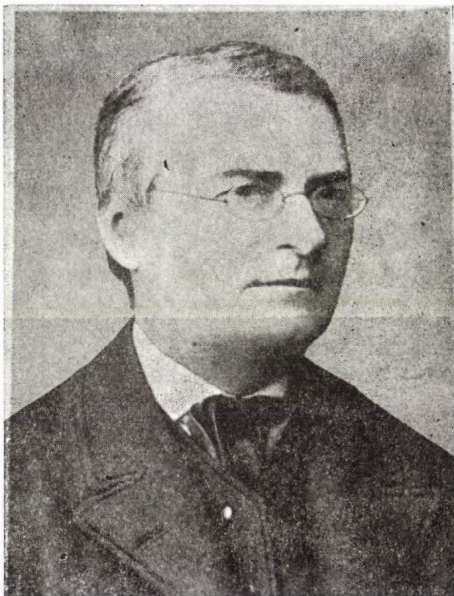
5. *Stoczek József: Utasítás meteorológiai észleletekre* (Az MTA Matematikai és Természettudományi Bizottságának megbízásából), Pest, 1861. Emich Gusztáv, Magyar Akadémiai nyomdász.

A legrégebb észlelések Magyarországon a Mannheimi „Meteorológiai Társulat” kezdeményezésére kezdődtek s 1792-ben szűntek meg, amikor a mannheimi Társulat befejezte működését. Ezt az évtizedet hosszú szünet követte, amikor is Buda különböző pontjain és intézményeiben folytatódtak ugyan az észlelések, de ezek észlelési időpontjai és műszerei különbözők voltak.

A meteorológia hazai történetéből tudjuk, hogy 1870-ben, amikor a király jóváhagyta az Orsz. Meteorológiai és Földdelejességi Intézetnek az MTA által javasolt alapszabályait, az Akadémia az észlelések egyöntetűsége végett megbízta Stoczek József rendes tagot, hogy dolgozzon ki olyan „Utasítás”-t az észlelők számára, amely egyrészt szakemberek és tudományos műveltségű férfiak igényeinek törekedjék megfelelni, másrészt pedig lehetőleg alkalmazkodják a bécsi Meteorológiai Intézet (amelynek Évkönyveiben az eddig végzett magyar észlelések nemzetközi formában megjelentek) által elfogadott szabályokhoz.

Stoczek mindkét föltételnek eleget tett. Az első, ma már túlzottnak tartott igényt a következően indokolja: „Oly adatok pontosságába, melyek kellő szakképzettség nélkül szűkölködő egyének által gyűjtetnek – a tapasztalat tanúsága szerint – kevés bizalmat lehet helyezni”. A későbbi tapasztalatok megmutatták, hogy a megbízható észleléshez nem föltétlenül szükségesek „tudományos képzettségű” férfiak. Eleget, ha szakmai képzettségük kimeríti a WMO által rögzített szaktanfolyam anyagát (meteorológus III.)

6. *Kruspér István: Légtüneti észleletek I. és II.* Pest, 1866. Nyomat: Emich Gusztáv magyar Akadémiai nyomdásznál. A kiadvány I. kötetében az Akadémia közreadta azokat az észleléseket, amelyeket 1840–48 között *Mayer Lambert* csillagász felügyeletével a budai csillagdában végeztek. Erről a sorozatról több irodalmi forrás úgy emlékezik meg, mint Buda 100 évi hőmérsékleti sorában egy 8 éves hézagról, amely nyomtalanul eltűnt a szabadságharc viharaiiban. Valójában az MTA Könyv- és Folyóirat Bizottsága megtalálta a volt csillagda iratai között s miután nyomdakész formában volt,



Dr. Schenzl Guidó (1823–1890), az admonti Szt. Benedek-rend apátja, a budai főreáliskola igazgatója, az 1870-ben alapított Királyi Magyar Meteorológiai és Földdelejtességi Intézet első igazgatója (1870–1886). Főműve: „Adalékok a magyar korona országaihoz tartozó országok földmágnességi viszonyainak ismeretéhez”. Pest, 1881.

Kruspér szerkesztésében kiadta 1866-ban, azzal az érdekes indoklással, hogy a mezőgazdaságot sújtó s évről évre megismétlődő szárazság okait a régebbi adatok híján megtalálni nehéz lenne. Ezeket az okokat némelyek az erdők kipusztításában, mások a mocsarak lecsapolásában keresték. Miután a „légtüneti észleletek” nem álltak rendelkezésre, ezekre a fontos kérdésekre nem találhatták a feleletet (ezt csak a XX. század 20-as éveiben tisztázta a meteorológia).

A kiadvány II. részében Kruspér immáron nemzetközi formában azokat az észleleteket közli, amelyeket „dr. Schenzl Guidó 1861–1870 végéig a budai főreáltanodában tett, amely időben azon intézetnek igazgatója és physikai tanára volt”; Schenzl intézetében volt ui. elhelyezve az „akadémiai észlelde”. 1870 után az „észleletek” a Meteorológiai Intézet hiavtalanos Évkönyveiben jelentek meg. Kruspér kiadványa tehát Buda 100 évi hőmérsékleti sorának előállításakor nélkülözhetetlen adatokat tartalmazott.

7. *Szabó Ignác: A lég. Népszerű légtünettan (meteorológia). Különös tekintettel hazánk légtüneti viszonyaira.* A művelt rendek szükségeihez alkalmazva, *Magyar Hölgyek Díjával* a MTA által jutalmazott pályamunka. Budapest – Eggenberger-féle Akad. Könyvkereskedés. Hoffmann és Molnár, 1874.

Élvezetes stílusú, népszerű munka, több helyen naiv elképzeléssel, mint például: „az amerikaiak rendszerint hosszú nyakúak és soványak, ha egy ideig Európában tartózkodnak, többnyire hamarosan meghíznak, míg az európai Amerikában elsoványodik. Az amerikaiak érzékeny s ingerlékeny természete közismert” (213. old.). Mindez az alkati és idegrendszerbeli különbség a világrészek eltérő éghajlatának következménye lenne. Az olvasó inkább azon csodálkozik, hogy a természettudományi forradalom idején a „művelt” rendek légkörtani „szükségei” ilyen szerények voltak. De nem volt ez másként később sem, ma sem tárgya az általános műveltségnek az időjárásban.

A „*Magyar Hölgyek Díj*”-ről annyit kell tudnunk, hogy ezt 1860-tól adta ki az MTA. Ezt megelőzőleg ui. 50 magyar nő alapítványt tett: évenként 144 aranyat helyeztek letétbe, hogy ezzel az MTA olyan négy tudományos művet jutalmazzon, amelyek „a művelt rendek szükségeinek megfelelő közhasznú ismereteket tárgyalnak vonzó előadásban, tiszta és szabatos magyar nyelven”.

A pályadíj rangosságát jelzi, hogy ezzel jutalmazta az MTA *Greguss Gyula* tagot az 1864-ben megjelent a „Tudomány csarnoka” c. gyűjtemény 4. köteteként írt Természeti Földrajz c. művéért. Ennek 3. fejezete a légkör jelenségeit tárgyalja, többek között foglalkozik a vízgőzzel, ennek „cseppesülésével”, az esővel, a szelekkel, a felső légrétegek hőmérsékletével (az első „aeroklimatológia Magyarországon”), az ország éghajlatával, az ember és a növényzet kölcsönhatásával stb. Melléklet: A szelek és a hőmérséklet eloszlása a Földön (az évi „egyenhavi vonalak abroszával”).

8. *Hegyfoky Kabos: A szél iránya a Magyar Szent Korona országaiban* (A barométerállás és az eső című függelékkel). Budapest, 1894. Kiadja a KMTTT.

Az MTA 1891-ben nyílt pályázatot hirdetett fizikai és meteorológiai dolgozatokra és hazánk természeti viszonyainak ismertetésére. A szerző munkájának tervezetét beküldötte a Matematikai és Természettudományi Bizottságnak, amelynek előadója s a Kir. Magyar Természettudományi Társulat (KMTTT) akkori első titkára, *Lengyel Béla* c. tanár felkérte a szerzőt, dolgozná ki tervezett munkáját s biztosította, hogy „ha a bírálókat tűzpróbáját kiállja, a Társulat gondoskodni fog munkája kiadásáról”. A benyújtott munka a „tűzpróbát” kiállta, s így jelent meg a tudós túrkevei plébános műve pályázat-nyertesként a KMTTT rendelkezésére bocsátott állami segély költségén. „A barométerállás és az eső” c. fejezet, mely a Társulat 1893. évi megbízásából készült, mint a munka függeléke van hozzátartozva. A pályázat és a pályamű szereplőit akkoriban nem kellett bemutatni. *Lengyel Béla* közismert tudós volt, *Hegyfoky* pedig a meteorológusok számára mint számos, alapvető éghajlati elem (felhőzet, zivatarok) feldolgozója volt ismert.

A XX. században a társadalom érdeklődése a fejlődő tengerhajózás miatt mindinkább a szél felé fordult, különösen az alacsony földrajzi szélességeken, az Egyenlítőtől néhány fokkal északra és délre, a passzát-övezetben, az Amerikába tartó vagy az onnan visszatérő hajók számára lett fontos az ottani keleties szélnek alapos ismerete. A kor meteorológusai (*Dove*, *Ferrel*, *Buys-Ballot*) tudatában voltak annak, hogy a passzát szélrendszer nem különálló áramlása a légkörnek, hanem szerves része az egész atmoszférát mozgató általános légcirkulációnak. Miután ez utóbbi térbeli, azaz 3 dimenziós jelenség, kutatása megkívánja a magassági szelek ismeretét is. Miután rendszeres mérések csak a XX. században indult meg, érthető, hogy az általános cirkuláció energetikájára a XIX. században számos olyan elmélet látott napvilágot, melyeket a XX. században, a 3-dimenziós aeroklimatológia korrigált, s kutatásuk mind a mai napig nem zárult le, sőt egyre újabb és újabb eredményeket hoz.

Nyilvánvaló, hogy nem homogén észlelési sorokból, azaz különböző, nem egyidejű észlelésekből, különböző időtartamú sorokból származó szélmegfigyelések irányeloszlása kaotikus szélirányokat mutat (pl. Hegyfokyt munkájához csatolt térképek a magyar szent korona országainak szélirány-eloszlásairól az egyes évszakokban és az egész évben). A szélfeldolgozások célja nyilván ebben a káoszban rend teremtes egy szélrendszerek kijelölésével. Hegyfokyt ebben a rendszerezésben két objektív tényező akadályozta:

a) a földi áramlások elméletében fennálló elvi nézetkülönbségek. Elméleti szempontból két irány alakult ki a XIX. század második felében. Az egyik irányzatot az ún. globális szemlélet jellemezte, amiről már volt szó. Reprezentatív képviselői ennek az iránynak *Dove*, *Ferrel* és tanítványaik voltak. A másik irányzat a nagy földi erőterek (nehézségi erőter, eltérítő erő és a sűrűlási erőter) eredőjével magyarázta a levegő mozgását. Ez az inkább dinamikusnak nevezhető módszer (habár egyik sem nélküli a dinamikus jelleg) a XVII. században *Hooke* révén felismerte a földforgás szélirányt eltérítő hatását, nemkülönben a széllel mozgó levegőnek a talajjal történő sűrűlódása következményeit, (viszont már *Galilei* is a Föld forgásában kereste a passzátszélnek az északi iránytól az északraleti irányba történő elfordulásának okát). Magát a szélkeltő okot *Halley* csillagász az egyenlítői öv és a környező hidegebb övek levegőjének hőmérsékletkülönbségében vélte felfedezni, majd 1735-ben *Hadley* megalkotta a róla elnevezett passzátszárlási cella elméletét. *Dove* tekintélyének köszönhető, hogy életében a planetáris szemlélet uralkodott az áramlás magyarázatában. Ezt követően, főként *Dove* halála után *Buys-Ballot* széltörvénye indokolatlanul háttérbe szorította *Dove* planetáris szemléletét, és túlságosan helyet adott annak az elgondolásnak, miszerint a légáramlásnak csaknem egyedüli oka: a *mérsékelt szélességeken a légnyomási képződmények (ciklon, anticiklon) erőviszonyai következtében fellépő erőegyensúly*. Ez a vélemény különösen hasznosnak bizonyult az időjárás előrejelzésében (izobár-szinoptika), s csak az úrkutatás kezdetével lépett újból előtérbe a globális szemlélet.

Nyilvánvaló, hogy a szélirányok káoszában rendezési elve megkívánja a két módszer érvényességét: egyrészt a föltételezett szélrendszerek beilleszkedését a globális képbe, másrészt a helyi erőegyensúly érvényesülését az elfogadott szélirányban. *Ebből a szempontból Hegyfokyt feldolgozását korainak minősíthetjük.*

b) A másik objektív tényező, amely a szerzőt a szélirányok rendszerezésében akadályozta, a *felhasznált észlelési sorok nem reprezentatív jellege* volt. Hegyfokyt az akkor működő magyar észlelőhálózat valamennyi, összesen 216 állomásának meglévő adatsorát igénybe vette feldolgozásában. Követendő érdeme feldolgozásának az a tény, hogy valamennyi állomás orografikus környezetét, a szél esetleges akadályait részletesen leírja. Ezt a napjainkban történelminek tekinthető érdemet kisebbíti azonban az adatsorok kicsiny statisztikai megbízhatósága, reprezentativitása. Hegyfokyt hasonlóság alapján a 216 állomást 11 főcsoportba osztja és az egyes csoportokra meghatározza a közepes relatív szélirány-gyakoriságokat. A következőkben elemzi a 4 évszakban és az egész évben. Sajnos, ennek az elemzésnek értékét csökkenti a magassági szeleknek már említett hiánya, de legfőképpen az a tény, hogy az egyes csoportokban nagyon különböző számú állomást találunk (3-tól 30-ig).

A följegyzéseket többnyire önkéntes, ingyenes észlelők végezték. A szerző véleménye szerint: „az állomások tervszerű kiválasztása ki lévén zárva, megesik, hogy némely vidéken jó sűrű, másutt meg igen ritka az észlelő hálózat.” Az egyidejű észlelések igen ritkák, annyira, hogy az 1876–1885. évtized alatt mindössze 25 azon helyek száma, ahol megszakítás nélkül folyt az észlelés. Az adatsorok homogenitását csökkenti az is, hogy az észlelések naponta különböző órákban történtek, sőt a napi észlelések száma egy állomáson belül is változott.

Az elmondottak összefoglalásaként Hegyfokyt szélfeldolgozásait a következőkben értékeljük. Hegyfokyt feldolgozta korának módszereivel és ennek szintjén az akkori Magyarország észlelőhálózata valamennyi állomásának áramlási adatsorát a 4 évszakra és az egész évré (különböző statisztikai súlyú adatsorok). Megállapította, s ezt a későbbi feldolgozások is megerősítették, hogy az egész évben Magyarországon az uralkodó szélirány a NW, (a szélrózsza északi feléből gyakrabban érkezik hozzánk a szél, mint a déliből). Télen az Alföldön (azaz a jelenlegi Magyarország nagyobb részén) a széliránynak ez a jellegzetessége megfordul, részletesebb vizsgálatok szerint: télen a SW irány nagyobb gyakorisága miatt, nyáron ellenben túlnyomóan északi szelek szoktak fújni (pontosabban: a NW irány szaporodik meg). Hegyfokyt Kabos nevét

és munkáit a magyar meteorológusok jól ismerik, de magát az embert kevésbé. Azért nem hiábavaló, de néhány sort Hegyfok्य személyének szentelünk.

Hegyfok्य Kabos (1847 – 1919) nem volt hivatásos meteorológus, katolikus pap volt lelképásztori tevékenységét a Magyar Alföldön: Kunszentmártonban, Tardoson, Bánhorváton folytatta, majd 25 éven keresztül Túrkeve plébánosa volt. Meteorológussá akkor vált, amikor 1881-ben a KMTTT titkárságához fordult és meteorológiai szakkönyveket kért. *Heller Ágost* válaszában *Mohn* és *Hann* műveit ajánlotta Hegyfokynak, mindketten nemzetközi szinten elismert tudósok s a javasolt könyvek alapvető művek voltak. Ezek nyomdokain lett Hegyfok्य kiváló klimatológus.

A hazai észlelési sorok éppen akkor haladták meg a 10 évet, de a hivatásos magyar meteorológusok nem dolgozhatták fel ezeket: akkoriban az igazgató mellett 1-2 munkatárs dolgozott. Az igazgató inkább földmágnességgel (Schenzl), vagy csillagászzal (Konkoly-Thege) foglalkozott, a munkatársak pedig a hálózattal kapcsolatos adminisztratív teendőket látták el. Pedig Magyarország éghajlatának feldolgozására már nagy szükség volt: helytelen nézetek alakultak ki s ezeket tanították az iskolákban is. Hegyfok्य érezte a feldolgozó klimatológus hiányát, és szabad idejét az egyes légköri jelenségek és elemek monográfiáinak szentelte. Így jöttek létre a szél, a felhőzet, a zivatarok, a koratavaszi fagyok monográfiái, amelyeket a KMTTT Természettudományi Közlönye, az MTA és a német vezető szakfolyóirat: a *Zeitschrift für Meteorologie*, valamint az 1897-ben *Héjjas* Endre által alapított „*Az időjárás*” folyóirat, később a Magyar Meteorológiai Társaság, majd a Meteorológiai Intézet hivatalos lapja örömmel közölte.

9. *Hegyfok्य Kabos: A felhőzet a Magyar Szent Korona Országáiban.* Budapest, 1899. Az Athenaeum RT Könyvnyomdája.

Hegyfok्य a MTA Matematikai és Természettudományi Bizottságának megbízásából dolgozta fel a Meteorológiai Intézet megszorított állomásainak felhőészleléseit (1871-től 1895-ig összesen 244 állomásról (napi 3-szori észlelés). Az adatok a szél-monográfiához hasonlóan nem voltak egyneműek, de a szerző egyszerű területi interpolációval megkísérelte a sok adat homogenizálását. Ha ugyanis „az eljárás (észlelés) egyöntűsége észlelőcsere alkalmával megszakad, nyomban fokozódik az átlagos eltérés mekkorasága”. Márpedig észlelő csere a szóban forgó 25 év alatt gyakran előfordult a magyar hálózatban. Az észlelések a borultság fokát adják %-ban. Mint gyakorlott észlelő tudja, hogy a borultság fokának megállapítása szubjektív ténykedés, tehát minden észlelőcsere rontja az adatsor homogenizálását.

Hegyfok्य ugyanis nemcsak feldolgozója, hanem aktív észlelője is volt a magyar éghajlatkutató hálózatnak. Még 1882-ben kért és kapott *Schenzl Guidótól* hiteles meteorológiai műszereket s ettől kezdve 37 éven át kiváló észlelője volt a Meteorológiai Intézetnek.

Összefoglalva a XIX. század meteorológiai vonatkozású eredményeit, azt mondhatjuk, hogy a legfontosabb esemény volt a Meteorológiai Intézetnek az MTA által kezdeményezett létesítése 1870-ben. Ezt követően az MTA mind az észlelésekben (*Stoczek*), mind az adatgyűjtésben és feldolgozásban (*Kruspér*) segítségére volt a fiatal intézetnek, amennyiben kiadványaival támogatta feladatainak teljesítését. Ezután (a XIX. század utolsó évtizedében) az Akadémia az autodidakta, egyébként kitűnő klimatológusnak, *Hegyfok्य Kabosnak* klimatográfiai műveit adta ki, s ezzel – tekintettel a *Dove*-tanítvány, *Berde Áron* globális szemléletére és a meteorológia tudományának egyre szélesedő spektrumára – a hazai meteorológia fejlődési vonala csökkenni kezdett. Az utóbbi csökkenő tendenciát az 1951-ben létesült *Meteorológiai Tudományos Bizottság* hivatott megszüntetni.

SCHRÖDER, WILFRIED: *Das Phänomen Polarlichts (A sarkifényjelensége)*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1984. 156 oldal, 29 ábra, 8 táblázat.

Tudománytörténeti szempontból hézagpótló értékű szakirodalmi feltárást tartalmaz a Wissenschaftliche Buchgesellschaft kiadványa, amely a sarki fény jelenségével, az ókortól napjainkig tartó megfigyelések, kutatási eredmények, gyakorlatok leírásával foglalkozik négy fejezetben, s így szervesen kapcsolódik a meteorológia és geofizika tudománytörténetével foglalkozó munkákhoz.

Mivel a régebbi korok írásos dokumentumai ma már nehezen hozzáférhetők és nehezen is olvashatók, a sarki fény kutatásának újabb irodalma pedig könnyebben hozzáférhető, így a szerző a hangsúlyt főleg a régebbi irodalom ismertetésére helyezte.

A sarki fény főként az északi és déli szélesség 67° -a körüli jelenség (maximális naptevékenység idején közepes földrajzi szélességeken is előfordul). Közép-Európa magasabb szélességein évente 1–2-szer látható a többnyire változatos, színes sugárnyalábokból álló fényjelenség, melyet hosszú ideig megmagyarázhatatlan, félelmetes jelnek tekintettek.

Az 1. fejezet a jelenség leírásával, valamint a különböző korok megfigyeléseinek módszereivel foglalkozik.

A 2. fejezet részletesen kíséri végig a sarki fény-megfigyelések és kutatások történetét az antik világtól az 1700-as évek elejéig. Az ókortól a középkorig viszonylag kevés adat áll rendelkezésre. Már Arisztotelész leírta a sarki fényt, bár pusztán légköri jelenségnek vélte. A sarki fényről foglalkoznak kínai, japán, koreai leírások is. A középkorból már több adat maradt fenn, bár a sarki fény utólagos felismerését, osztályozását megnehezíti, hogy ennek a fényjelenségnek számtalan nevet adtak.

A 3. fejezetben a szerző a sarki fény újkori magyarázataival foglalkozik. Részletesen leírja az eddigi legjelentősebb megfigyelést – 1716. március 17-én egész Európában látható volt a sarki fény, amit a kor sok neves tudósa publikációkban rögzített. A fejezet második részében a könyv részletesen összefoglalja a sarki fény XVIII. századi különböző fizikai megfontolásait és magyarázatait. *Lomonosov* felismeri, hogy nem füstből vagy felhőből van szó, a fények a légkör felett keletkeznek. Ugyanebben az időben fedezik fel, hogy a fényjelenségek és a mágneses zavarok között bizonyos összefüggések vannak. Ebben a században véget ért a sarki fény misztifikálása, felismerték, hogy a megfigyelési adatokat az egész Földön rendszerezíteni és összesíteni kell.

A harmadik rész a szoláris-terresztikus fizika XIX. századi fejlődésén vezet végig. Részletes és pontos összefoglalást kapunk a kor tudósainak eredményeiről. Főleg a sarki fény és a mágneses jelenség, valamint a sarki fény föltételezett 9–10 évi ciklusának a napfolttevékenység ciklusával való összefüggésének vizsgálata foglalkoztatta a kutatókat. 1873-ban került sor egy máig is egyedülálló sarki fény-katalógus kiadására. További nagy előrelépést jelentettek *Angström* sarki fény-spektrumvizsgálatai, melyekkel bebizonyította, hogy a tükrözés-elmélet hibás, valamint kiderítette, hogy milyen részecskék alkotják a sarki fényt. A negyedik részben azokról az expedíciókról, kutatóutakról számol be a szerző, amelyek révén új geológiai ismeretekre tettek szert. Felismerték, hogy a kutatások csak nemzetközi összefogás révén hozhatnak sikereket: 1879-ben nemzetközi sarki bizottság jött létre. Ebben az időben a fotográfia alkalmazásával új fejezet nyílt a megfigyelési módszerek történetében, s ezzel rohamos fejlődés következett be.

A XX. században a földmágnesességi és szoláris folyamatok közötti, már addig is ismert összefüggést a különböző műholdas megfigyelések, valamint a rádióhullámok elemzésével már adekvát mértékegységgel is ki lehet fejezni. Az egyre részletesebb megfigyelési adatok birtokában mód nyílt a sarki fény-aktivitások ingadozásainak statisztikai vizsgálataira. Az utóbbi években egyre több tudós foglalkozik a sarki fény különböző formáival, struktúrájával is.

Az utolsó fejezet a sarki fény-kutatás tudományelméleti kérdéseit foglalja össze, bemutatva az elmúlt években megjelent tudományelméleti modelleket.

A könyv értékét gazdag bibliográfiai felsorolás növeli, használatát pedig igen jól szerkesztett tárgymutató is megkönnyíti.

Fiers Daniella

MARCSUK, G. I., DYMNIKOV, V. P., ZALESZNYJ, V. B., LYKOSZOV, N. V., GALIN, V. J.: **Matematieszeszkoje modelirovanije obszej cirkulacii atmosfery i oceana (A légkör és az óceán általános cirkulációjának matematikai modellezése)**. Hidrometeoizdat, Leningrád, 1984. 320 old.

A légkör és az óceánok általános cirkulációjának numerikus modellezése közel három évtizedes múltja során jelentős ismeretekkel gazdagította a meteorológia és az óceánológia tudományát. Az elmúlt időszakban megjelent közlemények azonban az általános cirkulációs modellekkel kapott eredmények értékelésére szorítkoztak, míg a modellek tervezésével, kidolgozásával és számítógépes realizálásával kapcsolatos ismereteket és tapasztalatokat továbbra is csak – az általában belső használatra szánt – dokumentációk rejtik. A neves szovjet szerzőgárda – szakítva ezzel a hagyománnyal – az általa kidolgozott általános cirkulációs modellek ismertetését összekapcsolja az általános cirkuláció numerikus modellezése elvi kérdéseinek tárgyalásával.

Az ismertetendő kötet három részből tevődik össze. Az egyes részek fejezetekből állnak, amelyek számozása – kicsit zavaró módon – az egyes részekben előlről kezdődik. A könyvet gazdag irodalomjegyzék (összesen 226 hivatkozás) egészíti ki. Sajnálatos, hogy egy ilyen széles témakört felölelő monográfiánál nem könnyíti tárgymutató az olvasó munkáját.

Az első rész, amely a légkör általános cirkulációjának modellezésével foglalkozik, öt fejezetből áll. Ezek közül az elsők a hidrotérmodinamikai egyenletrendszer és a horizontális (szférikus rendszer), valamint a vertikális (szigma rendszer) koordináták megválasztása a témája. A szerzők különös hangsúlyt fektetnek – adiabatikus közelítésben – a lokális (differenciális) modell-egyenletek és az integrális megmaradási törvények kapcsolatára. Ahhoz, hogy megfelelően nagy időléptésűjű és abszolút stabil, konzervatív véges-differencia sémát alkalmazhassanak modelljükben, a modell egyenletrendszerét szimmetrizálják (ebben az esetben az energia kvadratikus invariánsa a rendszernek és a numerikus séma stabilitásának vizsgálata négyzetes normában történhet). A második fejezetben a rácselhárítással fel nem bontható fizikai folyamatok parametritzációját tárgyalják. Általános elvi összefoglalást adnak a horizontális és vertikális turbulens kicserélődés, a szárazföldi hidrológia ciklusa, a száraz és nedves konvekció, a makroskálájú kondenzáció és a sugárzás hőáramok általános cirkulációs modellekben történő parametritzálásáról. A harmadik fejezetben a modell-egyenletek közelítő megoldásának problémáit tárgyalják. Tervezési okokból csak véges-differencia sémákra szorítkoznak, ahol a hangsúlyt az approximáció és a stabilitás kérdései mellett a modell-egyenletek véges-differencia megfelelőinek megmaradási tulajdonságaira helyezik. Az általános megmaradási törvények teljesítésén kívül azonban vizsgálják a numerikus séma konkrét fizikai folyamatokat (például az inerciális-gravitációs hullámok terjedése, baroklin instabilis hullámok fejlődése, spektrális energiakaszád stb.) reprodukáló képességeit. A szimmetrizált kiindulási egyenletrendszerre végül is a *G. I. Marcsuk* által javasolt *particionálási módszert* (metód rászceplenija, splitting method) alkalmazzák, amely lehetővé teszi a bonyolult háromdimenziós feladat egyszerűbbekre történő visszavezetését a kvadratikus megmaradási törvények egyidejű teljesítésével. A nagy térbeli gradiensű mezők (például a nedvesség) esetén alkalmazott ún. *monoton* véges-differencia eljárások összefoglalása zárja a fejezetet. A negyedik fejezet a légkör januári általános cirkulációjára a szerzők modelljével kapott eredményeket és azoknak a tényleges adatokkal történt összehasonlítását tartalmazza. A modell négy változatával (durva felbontású változat domborzattal és anélkül, finom horizontális felbontású változat és hatszintű változat) végzett számítások eredményeit részletes spektrális analízisnek vetették alá. Ennek a fejezetnek szerves folytatása az ötödik fejezetben bemutatott érzékenységvizsgálatok eredményeinek interpretálása. A szerzők különös gonddal vizsgálják a sugárzás-átvitel-felhőzet kapcsolatrendszerét. Vizsgálataik szerint télen a közepes szélességeken a felhőzet pontos leírása nem döntő tényező, mivel a makroskálájú felhőzet eloszlása ebben az esetben nem generátora, hanem indikátora a dinamikának, ugyanis a cirkulációt generáló források és nyelők a magas és az alacsony szélességeken helyezkednek el.

A második rész (három fejezetből tevődik össze) az óceáni globális cirkuláció numerikus modelljeit és a modellkísérletek eredményeit tartalmazza. Az első fejezet itt is a megfelelő hidrotérmodinamikai egyenletrendszer származtatásával foglalkozik az óceáni cirkuláció specifikumának megfelelő módon (redukált vertikális koordináták, *Boussinesq*-közelítés, hidrosztatikai egyensúly-feltételezése, a külső módus elkülönítése stb.), míg a másodiknak a modell-egyenletek numerikus megoldása a tárgya. Az óceáni általános cirkuláció modellezésének alapvető nehézsége abban áll, hogy a számítástechnikai lehetőségek által behatárolt tér- és időbeli felbontás nem teszi lehetővé olyan fontos hullámok megfelelő pontosságú leírását, mint például az energiahordozó baroklin *Rossby*-hullámok, a part menti *Kelvin*-hullámok stb. A szerzők véleménye szerint a jövőben itt nagy jelentőséget kap az óceánok szabálytalan (különböző „aktivitását”) résztartományokra osztása, ott a folyamatok szükséges rendbeli approximációja és a véges elemek módszerének alkalmazása az energia konzisztencia biztosításának érdekében. A harmadik fejezet itt is az óceáni cirkuláció modellezésének eredményeit mutatja be. A számítások alapvető célja az óceáni cirkuláció dinamikai és hőszállítási folyamatai klimatológiai karakterisztikáinak modellezése volt azon feltétel mellett, hogy az óceánok felszínén az északi félteke téli légköri viszonyai hatnak.

A harmadik rész (szintén három fejezetből áll) a légkör és az óceánok együttes cirkulációjának (és modellezésének) kérdéseivel foglalkozik. Az első fejezet összefoglaló jellegű és az együttes cirkuláció modellezése megközelítési módszereinek elméletével foglalkozik. Különleges hangsúlyal vizsgálják a szerzők az óceánok szerepét a légkör – óceánrendszer cirkulációjának modellezésében kapott eredményeket foglalja össze és analizálja. A harmadik fejezet a modell-fejlesztés számítástechnikai (elsősorban szoftver) vonatkozásait tárgyalja. A szerzők modelljeik kidolgozását és futtatását a SZUTA Novoszibirszki Számítóközpontjában, illetve az Európai Középtávú Előrejelző Központban (ECM – WF) végezték BESZM – 6, illetve CRAY – 1 típusú számítógépeken. A hagyományos, illetve a konvencionális szervezés melletti optimalizálás a számítási idő nagyságrendekkel történő csökkenéséhez vezetett. Az ebben a fejezetben bemutatott további programozási „fogások” is hasznosak a numerikus modellezéssel foglalkozó szakembereknek.

Összefoglalásul elmondható, hogy a *G. I. Marcsuk* vezette szerzői kollektíva művében a légkör és az óceánok általános cirkulációjának numerikus modellezésével kapcsolatos kérdések széles körét mélyen és korrekten tárgyalja. Ezért ezt a könyvet haszonnal forgathatják az éghajlatváltozás modellezésével, az időjárás számszerű előrejelzésével és a numerikus modellek számítástechnikai realizálásával foglalkozó szakemberek. A könyv jelentős része felkészült egyetemi hallgatóknak is elérhető, tehát az oktatást is jól szolgálja.

Dévényi Dezső

✱

Az alábbi három egyetemi doktori értekezésről A. Renou, szerkesztő bizottságunk tagja küldött francia nyelvű ismertetést. A kötetek az Université Paris XII, Créteil 1985. évi kiadványai (Szerk.).

VANHEE, JEAN-MICHEL: Contribution à l'étude des paramètres physiques gouvernant la production d'aérosols monodispersés par centrifugation de liqui des. Application au générateur à toupie tournante de MAY (*Folyadékok centrifugálásával előállított monodiszperz aeroszolok keletkezését befolyásoló fizikai tényezők vizsgálata. Az elmélet alkalmazása a May-féle forgókorongos generátorra*).

A dolgozat első része a folyadékok diszpergálásának elméleti leírását tartalmazza, beleértve a cseppek képződését, valamint az oldatcseppek nagyságának meghatározását. Ezután Szerző leírja a May-féle forgókorongos generátor kalibrálását két különböző tulajdonságú oldat alkalmazásával. A vizsgálat kiterjed a korong forgási sebessége, a folyadék és a levegő mennyisége és az oldat-konzentráció hatásának tanulmányozására.

A második részben megismerkedhetünk a keletkezett aeroszolrészecskék jellemzőivel, illetve azzal a fél-empirikus formulával, amelyet Szerző a monodiszperz-részecskék nagysága és a kísérleti paraméterek közötti összefüggés leírására vezetett. Az értekezést a berendezés gyakorlati alkalmazhatóságának taglálása zárja.

✱

MOUDEN, ANDRÉ: Contribution à l'étude des propriétés physiques des aérosols naturels et radioactifs en atmosphères contrôlées (*Légköri természetes és radioaktív aeroszolok fizikai tulajdonságainak tanulmányozása*).

A munka a nem radioaktív és a radonból származó radioaktív aeroszolrészecskék fizikai tulajdonságaival foglalkozik.

Az első fejezetet Szerző a Rn – 222 radioaktivitása tanulmányozásának szenteli. A vizsgálatok szerint a levegőben jelen levő aeroszolrészecskék jellemzői mind a radioaktív egyensúlyt, mind az aktivitás nagyság szerinti eloszlását alapvetően meghatározzák. A második rész a munkában használt dozimetert mutatja be, amelyet a „Commission de l'Énergie Atomique” munkatársai fejlesztettek ki. Ennek keretében Szerző ismerteti a számlálás hatékonyságát, illetve az aeroszol azon nagyságtartományát, ahol a műszer detektál.

Az utolsó fejezet célja az aeroszolrészecskék szűrőkkel való felfogásának ismertetése. Így az olvasó megismerkedhet a felfogási hatékonyság és a szűrőt alkotó szálak nagysága közötti elméleti összefüggéssel, amelyet a mérések elfogadható módon alátámasztanak. Ezzel szemben membránszűrők esetén az elmélet és a gyakorlati mérések egyezése kevésbé kielégítő.

✱

DIBI, NIAGME MARTIN: Modélisation du transfert de la pollution atmosphérique sur le site de Fos-sur-Mer. Comparaison avec certains résultats de la Campagne Européenne de mesures dans le cas du SO₂ (*A légköri szennyeződés Fos-sur-Mer-ben való terjedésének modellezése. Az SO₂-vel kapcsolatos eredmények összehasonlítása más európai programokkal*).

Az ipari szennyezőanyagok légköri terjedését Fos-sur-Mer körzetében speciális Gauss-féle modell segítségével tanulmányozták. A modellben a szórásokat az átviteli idő függvényében parametrizálták két légköri stabilitási osztály esetén. A vizsgálatot az Európai Gazdasági Közösség által szervezett program keretében hajtották végre. A modellben analitikus formában figyelembe vehetők a füstgomoly tulajdonságait befolyásoló paraméterek, a száraz és nedves kihullás, az SO_2 fizikai-kémiai átalakulása, a háromdimenziós meteorológiai paraméterek (pl. a szél sebessége a talaj közelében és a magasan), valamint a kémény különböző jellemzői. Az eljárás mind rövid ideig tartó, mind folytonos kibocsátás esetén alkalmazható. A dolgozatban számos gyakorlati alkalmazási példát is találhatunk.

A. Renou (Ford.: Mészáros Ernő)



GHIL, M.; BENZI, R.; PARISI, G. (szerk.): *Turbulence and predictability in Geophysical Fluid Dynamics and Climate Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course LXXXVIII (A turbulence és előrejelezhetőség; az „Enrico Fermi” fizikai iskola LXXXVIII. tanfolyamán elhangzott geofizikai folyadékdinamika és klímaelődások)*. North-Holland, 1985.

Az Olasz Fizikai Társaság gondozásában megjelent kötet az 1983 júniusában a Como tó partján megtartott előadássorozat anyagát tartalmazza. A hidrodinamika utóbbi időben nagy fejlődésnek indult két területének – a turbulencia elméletnek és a geofizikai hidrodinamikának – alaposabb áttekintése volt a fő cél, ami kiegészült az előrejelzések elméletével és a klímadinamikájával. Ennek megfelelően a 22 előadó között hidrodinamikuskok, matematikusok, meteorológusok és fizikusok szerepeltek. A 21 előadás természetesen csak egy részét világítja meg az érintett témáknak, de jó alapokat teremt a további vizsgálatokhoz.

Az első fejezet a turbulencia kezdeti szakaszát tárgyalja. A dinamikus rendszerek matematikai elméletébe vezet be D. Ruelle dolgozata, amelyben a szükséges definíciók leírása található példákkal és magyarázatokkal a differenciálható dinamikus rendszertől kezdve a Kolmogorov – Sinai variánsig. Ezt szemléletesen teszi A. Libchaber cikke a gyenge turbulenciáról. A Rayleigh – Bernard-cellával végzett kísérletek eredményeit számos ábra mutatja be kis Prandtl-számú folyadék esetére (Na, He). Ez a két dolgozat a kis szabadsági fokú, nem lineáris, determinisztikus kölcsönhatások által létrehozott „determinisztikus káosszal” foglalkozik, míg a következő, amelynek szerzője G. Jona-Lasinio a nagy szabadsági fokú hatásokat modellezi, mint egyszerű sztochasztikus folyamatokat. A szerző a dinamikus rendszerekben végbemenő kis véletlenszerű perturbációk matematikai oldalát vizsgálja, lehetőleg kerülve a bonyolultabb formulákat. Az összetettebb, részletesebb tárgyaláshoz az irodalomjegyzékben található útmutató.

A második fejezetet a már teljesen fejlett turbulenciának szentelték. H. Tennekes a két- és háromdimenziós légköri turbulenciát hasonlítja össze, kiemelve a köztük lévő különbségeket. Külön vizsgálja a sűrűlódás jelentőségét a két- és háromdimenziós turbulencia spektrális karakterisztikáit. Különösen érdekes az Entrópia és információ c. rész, amelyben a turbulens folyadék, mint információforrás szerepel és Prigogine bizonytalansági relációról szóló hipotézisének magyarázata található meg. U. Frisch a turbulencia klasszikus, statisztikai elméletét egy újabb dinamikus rendszerelméleti közelítéssel egészíti ki. Az első előadó térbeli rendszertelen, időben főként stacionárius szerkezetet ír le, míg az utóbbi fordítva, az időbeli változásokat viszonylag egyszerű térbeli szerkezetben vizsgálja. A nagy Reynolds-számú, homogén izotróp turbulencia esetén részletesen tárgyalja a hullámszám-energia spektrum függvénytulajdonságait, a széles skáláját, a 3–D esetben a spektrális ugrást (ami a légkörben a nagy skálájú baroklin instabilitás és a kis skálájú konvektív instabilitás között van), a nagy skálájú 2–D és a kis skálájú 3–D turbulencia közti ugrást. Végül az utolsó, G. Parisival együtt írt részben a megoldás szingularitási által okozott lépcsőzetességet vitatja meg. C. W. van Atta a teljesen fejlett turbulencia laboratóriumi vizsgálatának elméleti alapjait mutatja be. A fejezet a spektrális módszerek turbulenciaelméletben való alkalmazásával zárul, szerzője S. A. Orszag módszerét összehasonlítja a véges differenciálás közelítéssel. Az LU-1 általános alakú lineáris differenciálegyenlet kapcsán bebizonyítja, hogy (Gauss-eliminációt használva) a spektrális módszerek az általános geometria főbb problémáinál hatékonyan használhatók, az azonos szabadsági fokú problémák leegyszerűbb véges-differenciás közelítéseinél nem sokkal több művelettel és memóriafelhasználással. Mivel az azonos pontossághoz a spektrális módszer sokkal kevesebb szabadsági fokot igényel, ezért hatékonyabb. A módszert két párhuzamos fal közti síkbeli Poiseuille-áramlásra alkalmazva, nagy Reynolds-számok esetén.

A harmadik fejezet témája a geofizikai áramlások turbulenciája. R. Sadourny a Charney által bevezetett nagy skálájú geofizikai áramlások nem lineáris viselkedését kifejező kvázigeosztrofikus turbulenciát választotta témául. Bevezetőt ad a kvázigeosztrofikus turbulencia statisztikus elméletébe és numerikus modellezésébe, kis Rossby-számok esetére. Ez a helyzet a közel kétdimenziós örvényesség következtében a nagy térségű, az egyenlítőtől távolodó légköri és

óceáni áramlásoknál a függőleges változásokat erősen leegyszerűsítve, illetve pontosabban figyelembe véve. A kinetikus energia hullámok közötti eloszlását, illetve ennek megváltozását részletesen a statisztikus egyensúly állapotában tekinti át. *R. Hilde* a klasszikus megfófalú edényben végzett kísérletet írja le, alkalmazza a különböző bolygókra (Jupiter, Szaturnusz). *D. J. Tritton* a földköpenyben lezajló turbulens, konvekciós és rotációs folyamatok kölcsönhatását, *S. Childress* a dinamó-elvet ismerteti. A fejezetet *J. L. Mitchell* és *T. Maxworthy* írása zárja a nagy skálájú turbulenciáról a Jupiter atmoszférájában.

A negyedik fejezetben a geofizikai áramlások turbulenciával kapcsolatos előrejelzésével foglalkozó írások kaptak helyet. Az első előadás *E. N. Lorenz*é, amely az „Előrejelzési hiba növekedése” címet viseli. Bevezetőben egy egyszerű iterációs példán ($x_{n+1} = x_n^2 - c$) mutatja be a kezdeti hiba viselkedését az egyenlet paramétere függvényében. Ezután áttér az általánosabb rendszerek vizsgálatára, az általános légköri modellekre, végül napi két térképet használva a 850, 500 és 200 mb-on magára a légkörre. A rendszer stabilitása, az állapotok gyakorisága és az előrejelezhetőségük közti kapcsolatra helyezi a hangsúlyt *E. E. Leith* 2-D stabil koherens modell mutatja be a légköri és tengeri perzisztens lokális áramlás leírására. *D. K. Lilly* a kis és mezoskálájú folyamatok előrejelzésével a statisztika turbulencia-elmélet segítségével foglalkozik. A mikroskálájú áramlásokban található lépcsőzetes jelleg meghatározása a legnehezebb. Megemlíti az előrejelzés és a megfigyelés különböző lehetőségeit. *G. D. Robinson* megfigyelési eredményekre alapozva írta meg „A légköri mozgások skála- és variancia-analízise” c. dolgozatát. A nyers adatokból különböző módszerekkel kapott varianciaspektrum-adatokat mutatja be. A cikk előnye, hogy sok grafikonja, táblázata a mért adatokon alapul, azaz jelentős információforrás.

Végül az utolsó fejezetben a hosszú távú előrejelzések és a klíma dinamikája kapott helyet. *E. Kalnay* és *R. Livezey* az egy héten túli előrejelzéseket választotta témául. Több modellt is bemutatnak, általános cirkulációs modelleket és ezek egyszerűsítéseit. A lassan változó jelenségek előrejelzését és a hosszú távú előrejelzések helyzetét és bevalását külön is tárgyalják az amerikai meteorológiai szolgálat hónapos és évszakos modellje alapján, megkísérik az egyes modellek jövőjét megmondani a jelenlegi helyzet alapján. *M. Ghil* foglalja össze az elméleti klímadinamikát, 100-tól millió éves skálán. Érinti a légköri sugárzási mérleget az energia-egyensúlyi modellek és a negyedkori eljegesedést a kényszeroszillátor-modellek segítségével. Ezeknél vizsgálja a stationárius megoldásokat és a belső stabilitást. Egyszerű modellen mutatja be az eljegesedést, figyelembe véve a Föld orbitális paramétereinek változását is. Az oszcillációknál külön megemlíti a radar oszcillációkat és a nem lineáris rezonanciát. *R. Benzi* és *A. Sutera* a periodikus kényszer és sztochasztikus perturbáció együttes hatását tanulmányozza egy multistabil állapotú energia-egyensúlyi modellen. A kapott eredményt általánosabb rendszerben hasznosítják. *T. L. Bell* „A klímaérzékenység és a fluktuációs disszipációs viszonyok” című írása zárja a könyvet. Becslést ad természetes és antropogén klímaváltozásokra. A fluktuációs-disszipációs arány a külső változás hatására a rendszerben létrejövő fluktuációk lecsillapodásának mértékén alapul. Érinti a mintagyűjtés kérdését is.

Végezetül megállapítható, hogy a tanfolyam szervezői nagyon nagy tudományterület átfogására vállalkoztak, így valóban csak bepillantást kaphattunk az egyes fejezetekbe. A könyv érdekessége, hogy rugalmasan alkalmazkodva a résztvevők igényeihez, a szerzők némelyike az előadás utáni vita alapján kibővítette dolgozatát, így a tartalom közelebb került az olvasóhoz. Némely szerző elég szűkszavúan bánt az irodalomjegyzékkel, habár az ilyen globális áttekintések során is több figyelmet lehet fordítani az esetleges egyéni érdeklődés kielégítésére. Egészében véve a dolgozatok érdekes, hasznos olvasmányt nyújtanak.

Szalai Sándor

ÖSZTÖNDÍJJAL AMERIKÁBAN: KUTATÁSI KISÉRLETEK ÉS TAPASZTALATOK

Lehetőséget kaptam, hogy hat hónapot, államközi ösztöndíjasként az Amerikai Egyesült Államokban töltsék. Az utazást magyar részről az Országos Ösztöndíj Tanács, amerikai részről a New York-i székhelyű International Research and Exchange Board (IREX) intézmény menedzselte és szervezte. 1985. augusztus harmadikától egy hónapon át – a többi Magyarországról érkezett ösztöndíjjal együtt – részt vettem a Providenci Brown Egyetem (Rhode Island állam) tanfolyamán, melynek célja kettős volt: a nyelvtudás elmélyítése és a tengeren túlról érkezettek bevezetése az amerikai életbe. A tanfolyam szervezői egy átfogó oktatási programot dolgoztak ki számunkra, melyben Amerika történelmére, irodalmára vonatkozó ismeretek mellett, az amerikai bankhálózatban való eligazodás, a tízemeletes könyvtárak computerizált katalógusrendszereinek használata és az angol nyelvű szakfolyóiratok cikkszerkesztési technikái is helyet kaptak. Az egyetem nyelvlaboratóriumában nyelvhelyesség- és beszéd-készség-fejlesztő kurzusokat, az egyetemi számítógéppontban a szövegszerkesztő gépek kezelését és programozását és sok egyéb kiegészítő képzési formát igénybe lehetett venni.

Kutatóhelyem: NOAA/NMC/CAC

Szeptember elejétől – kisebb megszakításokkal – öt hónapon át a National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) alá tartozó National Meteorological Centerben (NMC) voltam. Az Amerikai Egyesült Államokban, az NMC Camp Springs-i Adatközpontjában kumulálódik a legtöbb észlelési adat a világ minden részéről. Innen továbbítják 12 óránként az Egyesült Államok 52 regionális központjába az analizált térképeket, a szinoptikus körzetekre vonatkozó előrejelzéseket, a globális méretű felszíni észlelési, szondás és műholdadatokat. Az NMC hét alközpontja és osztálya közül a Climate Analysis Center volt a kijelölt kutatóhelyem ez időszak alatt.

A Climate Analysis Center (CAC) feladata sokrétű: ők látják el a szervező, kutató és operatív munkálatait a hosszútávú (havi és évszakos) előrejelzésnek; ők figyelik és azonosítják a globális klímarendszer szignifikáns

anomáliáit, gyűjtik, rendszerezik és rögzítik a klímaadatokat, klímaanalíziseket; kutatják és értelmezik a Föld – óceán – légkör klímarendszer jelenségeit, módszereket dolgoznak ki a klíma előrejelzésére. Nagy szerepet játszik ez a kutató közösség az amerikai National Climate Program és a WMO-World Climate Program végrehajtásában. A CAC vezetője *D. Rodenhuis* professzor, aki a marylandi egyetemen is komoly kutató- és oktatómunkát végez. A CAC szervezeten kívül három csoportból áll: 1. Prediction Branch (vezetője: *D. Gilman*), 2. Diagnostics Branch (vezetője: *E. Rasmusson*), 3. Analysis and Information Branch (vezetője: *F. Finger*) (az utóbbi keretein belül működik a kifejezetten a mezőgazdaság számára hasznosítható információkat szolgáltató Agricultural Weather Section). A CAC kiadványai:

1. „Élelmiszer-, energia-, vízforrások gazdasági hasznosítási lehetőségei” témakörben számos, az aktuális eseményekhez kapcsolódó jelentésen kívül a hetente megjelenő Agroklimatológiai Bulletin.

2. Az aktuális klímamegfigyelés témakörben: speciális klímadiagnosztikai bulletinek, a sztratoszféra és az ózonkészlet aktuális állapotáról beszámoló jelentések, heti klímabulletin, és a speciális eseményekről beszámoló jelentések.

3. A klímaelemzés és -értékelés témakörében: kutatási beszámolók, cikkek, az évente megrendezésre kerülő klímadiagnosztikai konferencia többszáz oldalas kötete.

4. Havi, évszakos és klíma-prognosztika témakörben: havi előrejelzés, évszakos előrejelzés, kutatási cikkek, a világon folyó kutatások áttekintése, szintézise a CAC kutatómunkájával.

Ösztöndíjasként öt hónapot a Prediction Branch kutatórészlegénél töltöttem.

A CAC Előrejelző Csoportjában folyó operatív, ill. kutatómunkák

Az NMC Előrejelző Csoportjának fő feladatköre természetesen a havi és évszakos előrejelzések operatív szintű kiadása. (Az Amerikai Egyesült Államokban összesen két helyen készítenek havi, ill. évszakos előrejelzést – a

másikat a californiai San Diegóban, a Scripps Oceanográfiai Intézetben —, mindkét intézetben az egész USA területére vonatkozó előrejelzést adnak ki.) Az operatív munkával közel azonos súlytal szerepel a csoport munkájában a kutatómunka. Vizsgálják a módszerekkel adott előrejelzések valódi érvényességi idejét, gazdasági hasznosítási lehetőségeit, valamint, hogy milyen meteorológiai paraméterek idősorait és milyen térségre kell figyelembe venni ahhoz, hogy optimális előrejelzéseket kapjunk.

Havi és évszakos előrejelzésükben három kategóriában (átlagos, átlag alatti és átlag feletti), valamint anomáliaértékekben adják meg a hőmérséklet és a csapadék várható alakulását. Kétféle előrejelzési módszerük: lineáris regressziót, egy dinamikus eljárást és a perzisztencia elvét alkalmazza. A 700 mbar-os abszolút topográfia-mezőből — lineáris regressziós együtthatók segítségével — az Amerikai Egyesült Államok 57 állomására számítják a hőmérsékleti előrejelzés egyik komponensét. A másik összetevő az előrejelzendő időszak első 5 napjára adott dinamikus prognózis előjelének — a megmaradási hajlam figyelembevételével történő — interpolációjából adódik. A csapadék-előrejelzéseket analógiakereső módszerrel készítik, az archív időszak térképei közül az aktuális időszakhoz a leghasonlóbbat egyelőre még szemmel keresik ki. A magyarországi gyakorlatlaltól eltérően az átlagos kategóriát ők 40 százalékos az átlag alatti és feletti kategóriákat pedig 30 — 30 százalékos valószínűségi intervallumokkal definiálják. (Magyarországon három kategória esetén 33 — 33%, öt kategória esetén 20 — 20 százalékos valószínűségi intervallumokkal szokás számolni.)

Jelenleg még kutatási szinten van az új évszakos analógiás előrejelzési módszerük. Ebben három meteorológiai paraméterből (a 700 mbar-os abszolút topográfia-mező, a 700/1000 mbar-os relatív topográfia-mező, valamint néhány összevont SST-szektor) összeállított klímaállapot vektor a kiinduló adatállomány. Ezekhez többszörös ortogonális sorfejtés után, a célnak megfelelően transzformált és sorfejtett archivumból keresik majd ki az analóg időszakokat. (Az ezzel kapcsolatos kutatásokat *T. Barnston* és *R. Livezey* végzi.)

(*R. Livezey* azóta az OMSZ és az MTESZ vendégként 5 napig Magyarországon tartózkodott, ellátogatott az OMSZ budapesti intézetébe, kutatókkal konzultált és az MMT-ben „Tropical-extratropical teleconnection during the northern hemisphere winter” címmel 1986. június 30-án előadást tartott.)

A közeljövőben új távkapcsolatokat feltáró kutatások indulnak, melyek szervesen kapcsolódnak majd a 70-es évek végén, 80-as évek elején *Namias* professzor által megkezdett és

több helyen publikált munkákhoz (*N. Maisel* matematikus és *J. Wagner* meteorológus).

A tengerfelszín hőmérsékleti (SST) adatbázis összehasonlító és elemző analízisével foglalkozik *R. Reynolds*. Munkájában az idők során a hadiflotta és a kereskedelmi tengerjáró hajók által gyűjtött, kicsit rendezetlen adatokat próbálja összesíteni egységes adatbázissá és ezek statisztikáit összevetni a műholdfelvételek alapján becsült SST-karakterisztikákkal.

Clusterezési kísérletek és azok hazai hasznosítási lehetőségei

A Magyar Tudományos Akadémia Tudományos Minősítő Bizottságánál 3 éves, továbbképzési ösztöndíjat kaptam a „Meteorológiai mezők szignifikáns hatáscentrumainak kiválasztása clusterező algoritmusokkal, valamint elemzése az éghajlati előrejelezhetőség szempontjából” témában egy kandidátusi dolgozat elkészítésére. Ösztöndíjam első két évében (a tanulmányút előtt) *Ambrózy Pállal* és *Gulyás Ottóval* együtt az Atlanti-európai térségre évszakos felbontású makroszinoptikus típusrendszert dolgoztunk ki, és ennek elemző, értékelő munkáit is elvégeztük. Az öt hónapos amerikai ösztöndíj ideje alatt — ennek a vizsgálatnak a folytatásaképpen — sok adatelőkészítő munka és számos kísérleti jellegű osztályozás után, melyek az optimális adatbázis, időlépcső, clusterező eljárás és egyéb optimalizációs törekvéseket szolgálták, hemiszférikus tipizálást készítettem.

A CAC-nál töltött időszak elején lehetőségem nyílt egy számítógépes szakembereknek szervezett tanfolyamon részt venni és ott el-sajátítani a QED, valamint az USA-ban is újnak számító és csak 1985-ben bevezetett SPF operációs rendszert (pontosabban: azok IBM óriásgépre alkalmazott változatait). Ezek lehetővé teszik a számítógép terminálról történő kezelést, ill. gyorsított programkönyvtárhozzáférést, programfuttatást, periféria-használatot és a térképra-jelölő gép vezérlését közvetlenül a számítógépről.

a) Közéltések hierarchikus clusterezési algoritmusokkal. A magyarországi számítástechnikai lehetőségek nem tették lehetővé (még a Központi Statisztikai Hivatal IBM számítógépe sem) a nagy térségű, hemiszférikus méretű magassági mezők hierarchikus típusú clusterezését, melyet az irodalom gyakran jobbnak értekel az egyéb osztályozó algoritmusoknál. A kinti számítástechnikai lehetőségekkel élve (sokszorosára megnőtt számítógép-kapacitás, párhuzamos és gyors futtatási lehetőségek) így először a hierarchikus clusterezési eljárást próbáltam tesztelni már ismert és új adatbázisokon.

Kísérletképpen osztályoztam az északi hemiszféra 500 és 700 mbar-os abszolút topográfia mezőit: az 500 mbar-os szinten napi,

pentád és havi anomáliamezőket, a 700 mbar-os szinten dekád és havi mezőket. A vizsgálatok eredményeiből az tűnt ki, hogy a hierarchikus módszer instabillá válik ilyen nagy dimenziószám esetén (545 rácsponti érték reprezentál egy magassági mezőt). Az instabilitást részben indokolhatja a teljes északi hemiszférára való térbeni kiterjesztés is, amely lényegesen bonyolultabb, összetettebb fizikai rendszer, mint az általunk eddig vizsgált Atlanti-európai térség.

Az 500 és 700 mbar-os hemiszférikus adat-állományokra végezett alapstatisztikákból kiderült, hogy az 500 mbar-os szinten megközelítően csak feleannyi az értékes adat, mint a 700 mbar-os szinten.

A hemiszférikus AT_{500} -as adatbázisban talált nagyszámú hiány új volt számunkra (hiszen az Atlanti-európai szektor szinte hiánymentes volt), hogy ezt a problémát kiküszöböljük, ezért további clusterező vizsgálatainkban már csak az AT_{700} -as állományt használtuk.

b) Közelítések dinamikus clusterzési algoritmusokkal. Az AT_{700} -as hemiszférikus mezők vizsgálatakor felvetődött egy másik probléma: a földrajzi szélességekhez és hosszúságokhoz igazodó rácsponthálózat miatt, két különböző szélességen elhelyezkedő rácspont egymástól nagyon eltérő területeket reprezentál. Ez annyit jelent, hogy minden AT_{700} -as mezőben egy fizikailag indokolatlan súlyozás van jelen, amely következtében a magas szélességeken, a pólus környezetében az egységnyire átszámított területek közel 10-szeres súlytényezővel szerepelnek. E probléma megoldására (valamint az alacsony szélességek és a Himalája vidékének adathiány-csökkentése érdekében) áttértünk az 541 helyett 358-as rácsponthálózatra, ahol már egy-egy rácsponti érték közel azonos területet reprezentál.

Vizsgálatunkhoz a clusteranalízis dinamikus módszerei közül klasszikusnak számító McQueen-féle „k-közép” eljárást használtuk. E módszernél előre meg kell adni a clusterközpontok számát: mi 10 clusterközpontot határoztunk meg. Korábbi kísérleteink tanulságai alapján legalább évszakos bontást mindenképpen célszerű készíteni, de az irodalmi hivatkozásokban gyakran találunk havi vizsgálatokat is. Végül az irodalomban a mások által már alkalmazott ún. „6 évszakos” felbontást használtuk, mely januártól kezdve 2 hónaponként kepezi az „évszakok”-at. Iterációszámnak mind a 6 osztályozásnál 10-et választottunk.

Az 1950-től 1984-ig terjedő napi AT_{700} -as adatsoron simítást hajtottunk végre, mely a helyi jellegű háborgásokat kiszűri és csak a hemiszféra egész mozgásrendszerét befolyásoló folyamatokat tartja meg. Napi mezők helyett futtatott dekádátlagokat használtunk az osztályozáshoz, olyan képzési szabállyal, mely az átlagolódnó tíz nap kezdődátumait 1 na-

ponként továbblépve adja meg. Így egy adott napi AT_{700} -as mező tíz dekádátlagban szerepel. Ennél a dinamikus clusterező módszernél a kezdő clusterközpontokat is meg kell adni a számítógépnek. Az iterációs eljárás konvergenciájának gyorsítására és a computeren való futtatás CPU idejének (egy futás CPU ideje 10 perc felett van) csökkentésére, a kezdő osztályközpontokat nem véletlenszerűen választottuk ki. A kiválasztáshoz a futtatott dekádátlag-mezőknél a kéthavi átlagmezőktől vett távolságait képeztük. A távolságok eloszlásfüggvényének felhasználásával, többlépcsős technikával választottuk ki, a bizonyos kritériumoknak megfelelő, egymástól jól szeparált dekádátlag-mezőket, mellyel a clusterzési eljárást indítottuk. Eredményül 6 osztályrendszer kaptunk, „évszak”-onként egyet-egyet, melyek mindegyike 10 hemiszférikus méretű, AT_{700} -as magassági szintre vonatkozó makrocirkulációs típus. A clusterzés konvergenciájának ellenőrzésére és arra, hogy a 10-es iterációs szám elegendő, egy kontrollszámot vezettünk be. Ez a mutató bizonyította a kapott típusok stabilitását. A rendszer külső és belső távolságait is meghatároztuk és a teljes időszak csúsztatott dekádmezőinek katalógusát (mely minden csúsztatott dekádra megadja, hogy az új osztályok közül melyikbe tartozik).

A clusterzés „jóságát” mérő karakterisztikák alapján úgy tűnt, hogy még a 358-as dimenziószám is túl sok és nem különíthetők el jól egymástól a típusok, ezért hosszas előtanulmányok, szakirodalmi tájékozódás után egy új kísérletbe kezdtünk. Itt a clusterzés megelőzően a teljes adatbázist egy lényegkiemelő matematikai eljárással (empirikus ortogonális függvényekkel, valamint VARIMAX rotációval) transzformáltuk. A teljes 358 dimenziós adatbázis korrelációs mátrixának sajátvektorait és sajátértékeit meghatároztuk, és ezek szerint egy sorfejtést végeztünk. Az első 10 sorfejtési együtthatót megtartva egy jelentős adatredukcióhoz jutottunk: a továbbiakban egy AT_{700} -as mezőt 358 rácsponti érték helyett, 10 sorfejtési együttható reprezentált. A teljes 34 éves dekádátlag-állományon végighaladva végrehajtottuk a sorfejtést, és ezután megismételtük a clusterzését az összes többi feltétel megtartásával („évszak”-onként 10 típus, 10 iteráció stb.). A külső, belső távolságok és egyéb karakterisztikák alapján jobban szeparálódó rendszert kaptunk. A transzformálás inverz lépéseit is végrehajtván AT_{700} -as magassági mezőkhöz jutottunk újra.

E típusrendszer és az egész kutatás várhatóan nem csupán klimatológiailag értékelhető eredményeket hoz, hanem megfelelő teztelések után közvetlenül is hasznosítható lesz, beépítve a szolgálatunknál operatív szinten havonta kiadott „Meteorológiai előrejelzés 6 hónapra” kiadványba.

Kapcsolatfelvételek a CAC-nál

T. Barnstonnal (CAC) és R. Livezeyvel (NASA, Goddard Laboratórium) összehasonlító vizsgálatba kezdünk, melyben a 700 mbar-os magassági szinten végzett EOF analízisüket vetjük össze a mi fent ismertetett clusterzési eredményeinkkel. E közös munka első lépéseiről is beszámoltunk Bécsben az 1986. június 23. és 27. között megrendezett „III. International Meeting on Statistical Climatology” konferencián, a „The use of cluster analysis and rotated empirical orthogonal function (EOF) analysis in describing the macrocirculation pattern of the northern hemisphere and the Atlantic-European region on different heights” című előadásban. A későbbiek során e témában esetleg egy közös cikk publikálására is sor kerülhet.

A Scripps Oceanográfiai Intézetben az elmúlt 10 évben Namias professzor vezetésével végeztek távkapcsolatokat feltáró vizsgálatokat. Ehhez kapcsolódva a CAC-ban is kezdnek ilyen jellegű munkákat N. Maisel és J. Wagner kutatók. Jelenleg még csak a hemiszférikus adatállományokat rendszerező fázisban vannak. Ígéretük szerint az elkészült adatokról, mágnesszalagon másolatot küldenek Magyarországra, hogy mód legyen a későbbiekben bekapcsolódni ebbe a vizsgálatba.

Ugyancsak a CAC egyik kutatója, R. Reynolds a havi tengerfelszín-hőmérsékletek (SST) hemiszférikus mezőinek analízisét tervezi. Egyelőre még csak az egységes adatbázis előállítását végzi, ami a kereskedelmi hajók és bóják többmillióes észlelési adatainak rendezését, kontrollját jelenti. Ide kapcsolódik az az észrevétel, hogy akár havi, akár – az Országos Meteorológiai Szolgálat hosszútávú előrejelzési modelljébe jobban illeszkedő – pentád vagy dekád SST-adatok megszerzése nagyon kívánatos lenne. A havi állomány átvételére esetleg a CAC-on keresztül, a dekád vagy pentád állomány átvételre pedig esetleges adatcsere révén a Világ Adatközpont ajánlata alapján kerülhetne sor.

Munkaértekezlet, konferencia

Az NMC Climate Analysis Center vezetősége, saját forrásaiból lehetővé tette számomra, hogy részt vegyek a Virginia államban, Virginia Beachen megrendezésre került „Ninth, Probability and Statistics in Atmospheric Sciences” konferencián. Az Amerikai Meteorológiai Társaság által rendezett összejövetel 1985. október 9-től 11-ig tartott és 12 szekción összesen 77 előadás hangzott el, valamint 29 poszter került bemutatásra.

Az alábbi szekcióüléseken vehettek részt a jelenlevők: a) rövidtávú előrejelzések; és helyzetjelentések (0–48 óra); b) savas esők; c) előrejelzések kiértékelése: trendanalízisek; d) középtávú előrejelzések, statisztikus-dina-

mikai módszerekkel (3–30 nap); e) hosszútávú előrejelzések; f) verifikációs vizsgálatok: hasznosság, hasznosíthatóság; g) objektív analízis; h) a „Bootstrap” technika alkalmazásai; i) a globális éghajlati rendszer több változós analízise; j) jelérzékelés a GCM-kísérletekben és a klímadatok rögzítése; k) távérzékelés; l) egyéb alkalmazások.

A konferencián a szűkebb szakterület minden képviselője jelen volt, így lehetőség nyílt a témában szaktanácsot kérni tőlük, illetve konzultálni korábbiól már ismert szakemberekkel. Itt ismertem meg Baruch Ronberget, aki a Massachusetts állambeli Cambridge-ből jött és 5-6 éve tipizálásokkal foglalkozik. A clusteranalízis technikáját tekintve sok értékes információt kaptam tőle, amely megkönnyítette a hierarchikusról a dinamikus módszerekre való áttérést. Az ő tapasztalatai is azt mutatták, hogy a hierarchikus módszerek nem alkalmazhatók nagyobb térségű mezők osztályozására. Kísérleteink célja Izrael központú, mezoskálán értelmezett típusrendszer kialakítása, melyet középtávú analógias előrejelzések készítésére kíván használni.

Allan H. Murphy* (Oregon State University, Corvallis, Oregon) és Richard W. Katz* (NCAR, Boulder, Colorado), a Westview Press kiadásában éppen akkor megjelent könyvük egyes fejezeteire hívták fel a figyelmem. A könyvük címe: „Probability, Statistics and Decision Making in the Atmospheric Sciences”. A könyv ajánlott fejezetei és egyéb általuk javasolt cikkek a magyarországi munkatársaimmal tervezett modellfejlesztési kísérletekben jelentős segítséget nyújthatnak. R. W. Katzcal megkezdtük az utazási munkatervemben is szereplő boulderi NCAR-látogatásom előkészítését, melynek időpontját úgy választottam meg, hogy egy éghajlatmodellezés témájú munkaértekezlettel egybeessen.

A Colorado állambeli boulderi látogatásra 1985. december 7. és 15. között került sor. A „Model Intercomparison Workshop” 9–12-ig tartott, a National Center for Atmospheric Research (NCAR) intézetben. Bár nem voltam regisztrált résztvevője az összejövetelnek, de vendéglátóim lehetővé tették, hogy a számomra legfontosabb előadásokat meghallgassam. Az értekezletben összegyűlt kiválóságok (J. Shukla, E. Rasmusson, T. Palmer, R. Chervin) előadásaiban ismertetett kutatási eredmények alapján megállapítható: nem elegendő még a teljes északi hemiszféra mozgásrendszereinek figyelemmel kísérése sem, a nagyskálájú időjárási folyamatok megértéséhez, modellezéséhez, előrejelzéséhez.

* A H. Murphy és R. W. Katz előreláthatóan 1986. október elején R. Livezey-éhez hasonló típusú látogatást tesznek Magyarországon.

dőlt az a teoria, amely szerint az Egyenlítő övezete elszigeteli egymástól a két félteke mozgásrendszereit és ezek egymástól közel független régióknak tekinthetők; erre a legmeggyőzőbb bizonyíték az El Nino periódusok és az északi hemiszféra időjárási eseményei között kimutatható vitathatatlan összefüggés.

Intézetlátogatások

Több mint egy hetet töltöttem a Colorado állambeli Boulderben. A megalakulásának 25. évfordulóját ünneplő NCAR (National Center for Atmospheric Research) a világ legismertebb, légkörkutatóval foglalkozó intézményei között van. Az Amerikai Egyesült Államok 54 rangos egyeteme közös összefogással hozta létre az UCAR (University Corporation for Atmospheric Research) szervezetét, amely fedezi a kutatóintézet kiadásainak 85%-át; a költségvetésnek csak a maradék 15%-a állami támogatás. Az NCAR létrejöttének elsődleges célja, hogy legyen mód e tudományágban olyan hosszú lejárátú, nem közvetlen hasznú alapkutatásokra is, melyek fedezésére önerőből egyetlen egyetem vagy kutatóintézet sem vállalkozhatna. Fő kutatási irányai mindig igazodnak a legfontosabb aktuális témákhoz; jelenleg a néhány legfontosabb: extrém légköri szituációk éghajlatmodellezése, napfizikai jelenségek hatása a földi légkörre, az emberi tevékenység hatása a légkör kémiai összetételére, a konvektív zivatarok és a tornádók keletkezése közötti kapcsolat kutatása.

Az AAP (Atmospheric Analysis and Prediction Division) kutatói számítógépes modellekkel szimulálják a legkülönbözőbb légköri jelenségeket, értékeli a konvektív viharoknak a globális légköri cirkulációra gyakorolt hatását. Speciális CCM (Community Climate Model) modelljükkel nemrégiben a „nukleáris tél” hipotézist próbálták igazolni, mely alapján egy esetleges kis nukleáris töltetű robbantás során a légkörbe jutó nagy mennyiségű hamu és füst olyan mértékben szűri ki a napsugárzást, hogy hetekre, hónapokra hidegre fordulhat az egész északi hemiszféra, vagy annak egy részének időjárása.

A HAO (High Altitude Observatory) osztály napfizikusai a napkorona fizikai jelenségei közül néhányról beigazolták, hogy a földi légkörben és a felszínen is közvetlen hatásuk érezhető. Bizonyos, napkoronában tapasztalt viharok zavart okoznak a földi telekommunikációs rendszerben és a folyamatos áramszolgáltatást megszakítják. Ezzel kapcsolatban korrelációs és ciklusanalízis-vizsgálatokat folytatnak.

Az ACD (Atmospheric Chemistry Division) kutatói az emberi tevékenységnek a légkör kémiai összetételére gyakorolt hatását elemzik. Az emberi beavatkozás következtében a lég-

körbe jutó részecskék okozta savas esőket vizsgálják, amelyek az erdők, állatok és a mezőgazdaság számára sok kárt, gondot okoznak; valamint hogy a fokozott ipari tevékenység miatt megnövekedett szén-dioxid-koncentráció okozta lassú globális felmelegedés milyen drámai átalakulást eredményezhet a nagyszkalájú időjárási folyamatokban.

A CSD (Convectiv Storm Division) munkájának középpontjába az utóbbi években az a kérdés került, hogy konvektív eredetű zivataroknak mely paraméterei, jellegzetességei eredményezhetik némely esetben a mezőgazdaságnak, ipari létesítményeknek, településeknek egyaránt óriási károkat okozó árvizeket, tornádókat és egyéb időjárási jelenségeket. Azzal foglalkoznak, hogy ezek a viharok hogyan keletkeznek, hogyan fejlődnek és mi okozza, hogy közülük néhány komoly rombolást, anyagi kárt, mások pedig csak egy rég várt nyári esőt hoznak.

Sok időt töltöttem az NCAR könyvtárában, mely az Amerikai Egyesült Államok jó szakkönyv- és folyóirat-hozzáférési lehetőségei között is kimagaslónak számít.

Az Atmospheric Analysis and Prediction Division-nál tett látogatásom során többek között konzultáltam R. Madden csoportvezetővel a magyarországi hosszútávú előrejelző modellünk fejlesztési terveiről és adathiany-gondjainkról. Készségesen vállalták, hogy térítésmentesen rendelkezésemre bocsátják az északi hemiszférára vonatkozó havi hótakaró-adatokat. Az adatbázist microfiche-en tömörített formában postán utánam küldték Washingtonba. Az adatbázis digitalizált, globális méretű, havi hóadatokat tartalmaz 4°-onként a szélességi és 5°-onként a hosszúsági körök mentén. Ezeket az adatokat az USA Hadtengerészeti Oceonográfiai Hivatala irányításával az északi félteke minden részéről gyűjtötték össze, rendezték és digitalizálták.

Megnézhettem a – Walter Macinture vezetése alatt álló – NCAR Adatközpontot (Scientific Computing Division), mely többek között két CRAY-1-es, két IBM 4341-es számítógéppel üzemel. A világ néhány leggyorsabb computere közé számító CRAY-1 gép kapacitásáról csak két adat: másodpercenként 100 millió művelet elvégzésére képes, valamint egy új IBM-géphez viszonyítva 10–15-szörös memóriakapacitású és sebességű. Rendszerük 95 város 150 egyeteméről tesz lehetővé közvetlen hozzáférést a számítógéphez.

Az Adatközpontban Roy L. Yenne osztályvezető fogadott, akitől az NCAR-tól megvásárolható adatbázisokról kaptam katalógust, adatleírásokat, árjegyzéket.

Szintén Boulderben van a NOAA-nak (National Oceanic and Atmospheric Administration) a Regional Observing and Forecasting Service (PROFS) központja, ahol a magyar

származású *P. A. Mandics* fogadott és számolt be egy, a világon egyedülálló kísérletről.

(*P. A. Mandics* azóta járt Magyarországon, a PROFS-rendszerrel a KLFI-ben 1986. július 27-én előadást tartott.)

Az Amerikai Egyesült Államok 52 előrejelző centruma közül bármelyik számára hozzáférhető a National Meteorological Center Camp Springs-i központja által 12 óránként továbbított szinoptikus előrejelzések, a globális léptékű felszíni észlelési, szondás és műhold-adatok, valamint a lokális központokból óránként kapott felszíni jelentések, a félóránként vehető infravörös műholdadatok és a kis körzetre vonatkozó radaradatok. Boulderben létrehoztak egy adatokkal optimálisan ellátott kísérleti megfigyelőállomást, mely a fenti adatokon kívül a város 200 km-es körzetében telepített 22 automata észlelő állomás és 3 radar észleléseit is rögzíti. Az automata állomásokon lévő műszerek a szélirány-, szélesebesség-, hőmérséklet-, harmatpont-, légnyomás-, csapadék- és napsugárzási adatokat 10 másodpercenként észlelik, és az 5 percre átlagolt adatokat továbbítják a központ felé. Kritikus helyzetben különleges üzemmódra kapcsolva az 5 perc alatti maximum és minimum értékek továbbítására is képesek az állomások.

A kísérleti központ rendszere óránként 5–10 Mbyte adatot fogad és rendszerez. Az állomás analízálótermében 3 monitoron egy időben láthatók a tetszés szerint kiválasztott

időjárási paraméterek analizált térképei, egymásra montírozva; egy időpontban kimerevítve vagy folyamatában; a sebesség és a térskála szintén változtatható. Az adatok beérkezése és az analizált térképek monitorra hívása között 5 (!!!) perc telik el. Ez a rendszer kutatási célokra nagyon alkalmas, hiszen a nagy mennyiségű adat birtokában pl. a konvektív zivatarok kialakulása, fejlődése olyan részletességgel követhető nyomon, mint azelőtt még soha. Bevezetését az operatív gyakorlatba 5–10 év múlva tervezik.

Boulderi tartózkodásom alatt meglátogattam a Világ Adatközpont Glaciológiai Intézetét (World Data Center for Glaciology: Snow and Ice Section), ahol *Roger G. Barry* igazgató fogadott. Elmondta, hogy lehetőség lenne a magyar szolgálat és az ő adatközpontjuk közötti adateserére. Nekik szükségük lenne egy számítógép által kezelhető adathordozón (mágnesszalag, mágneslemez): egyrészt a magyarországi tavakon a jég beállásának és elolvadásának idősorára, másrészt 10-20 magyarországi állomás hóvastagsági adataira. Ezen állomások fejében az ő árjegyzékük árai alapján egyenértékű, tetszőleges adatbázist kaphatna a magyar szolgálat.

Beszámolóm végén – ezt a fórumot is kihasználva – szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik támogatásukkal, szervezési munkájukkal lehetővé tették számomra ezt a nagyon hasznos és a további munkám szempontjából fontos utazást.

Bartholy J.

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

NOTES TO THE AUTHORS

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

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

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

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

Szövegrész: Alcímekkel értelem szerűen fejezetekre tagolandó.

Irodalmi hivatkozások: Szövegben a hivatkozás tartalmazza a szerző(k) nevét aláhúzva és a publikálás évét. Pl. egyetlen szerző esetén: *Róna* (1909), vagy ha a szerző neve a szövegbe nem illeszthető be: (*Róna*, 1909); két szerző esetén: *Gamow* és *Cleveland* (1973); szerző esetén: *Bacsó* et al., (1953). Ha adott szerzők ugyanazon évben publikált több cikkére hivatkozunk, akkor az évszámhoz *a*, *b* stb. betűket frünk. Az irodalom felsorolása a cikk végén a szerző(k) neve szerinti betűrendben történik. Folyóirat esetén: szerző(k) neve, évszám, a cikk címe, a folyóirat neve, kötetszám, kezdő és befejező oldalszám. Pl.: *Dési, F.*, 1955: A meteorológiai kutatás időszerű kérdései. *Időjárás* 57, 65–70. Könyv esetén: Szerző(k) neve, évszám, könyvcím, kiadó, megjelenés helye. Pl. *Junge, C. E.*, 1963: *Air chemistry and radioactivity*. Academic Press, New York and London.

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

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

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

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

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

Papers will be subjected to constructive criticism by unidentified referees.

The manuscript should meet the following formal requirements:

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

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

References: The text citation should contain the name(s) of the author(s) underlined and the year of publication. In case of one author: *Róna* (1909), or of the name of the author cannot be fitted into the text: (*Róna*, 1909); in case of two authors: *Gamow* and *Cleveland* (1973); there are more than two authors: *Bacsó* et al. (1953). When referring to several papers published in the same year by the same author, the year of publication should be followed by letters *a*, *b* etc. At the end of the paper the list of references should be arranged alphabetically. For an article: the name(s) of author(s), year, title of article, name of journal, volume number, pages. E. g. *Dési, F.* 1955: Current problems of meteorological research. *Időjárás* 57, 65–70. For a book: the name(s) of author(s), year, title of book, publisher, place of publication. E. g. *Junge, C. E.*, 1963: *Air chemistry and radioactivity*. Academic Press, New York and London.

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

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

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

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA
A szerkesztésért felelős: dr. Szepesin é Lőrincz Anna

Szerkesztőség: 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.
Levél cím: 1525 Budapest, Pf. 38. Tel.: 353-500

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levél cím: 1906 Budapest, Pf. 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert vezérigazgató



86.1616 Athenaeum Nyomda, Budapest — Íves magasnyomás
Felelős vezető: Szlávik András vezérigazgató

INDEX: 26 361

HU ISSN 0324—6329