

# IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT FOLYÓIRATA

91. ÉVF. ★ 1. SZÁM ★ 1987. JANUÁR—FEBRUÁR

## TARTALOM

Brázdil, R. — Štekl, J.: Cirkulációs folyamatok Közép-Európa keleti részének szélsőséges csapadékú hónapjaiban (angol nyelven) ..	1
Boncz József — Kapovits Albert — Pintér Ferenc — Tünczer Tibor: Módszer a szinoptikus-, radar- és műholdadatok komplex analízisére	11
Koppány György — Kiss Árpád: A hőmérséklet és a szélirány változékonysága Szegeden, a Péczely-féle makroszinoptikus helyzetekben az átmeneti évszakokban .....	23
Mika János: A meteorológiai elemek évi menetének felhasználása a globális klímaváltozás regionális sajátosságainak becslésére. ....	34
Dávid Aranka — Posza István: A talajhőforgalom éghajlati értékei Magyarországon ..	43
Irodalom .....	50
Krónika .....	52

## CONTENTS

Brázdil, R. — Štekl, J.: Circulation processes in selected extreme precipitation months in the eastern part of Central Europe (in English) .....	1
Boncz, J. — Kapovits, A. — Pintér, F. — Tünczer, T.: A method for the complex analysis of synoptic, weather radar and satellite data	11
Koppány, Gy. — Kiss, Á.: The variability of the temperature and wind direction in Szeged within the Péczely's macrosynoptic types in spring and autumn .....	23
Mika, J.: Application of the annual cycle of meteorological elements to estimate the regional properties of global climate change .....	34
Dávid, A. — Posza, I.: Climatic values of soil heat balance in Hungary .....	43
Literature .....	50
Chronicle .....	52

JOURNAL OF THE HUNGARIAN METEOROLOGICAL SERVICE

VOL. 91. ★ NO 1. ★ JANUARY—FEBRUARY 1987 ★ 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)
CZELNAI, R. (Genf)	PRUPPACHER, H. R. (Mainz)
BENGTSSON, L. (Reading)	RÁKÓCZI F. (Budapest)
BÖHME, W. (Potsdam)	RENOUX, A. (Paris-Créteil)
BUDYKO, M. I. (Leningrad)	ŠAMAJ, F. (Bratislava)
FISHER, B. (Leatherhead)	SPÁNKUCH, D. (Potsdam)
GEORGII, H. – W. (Frankfurt a. M.)	STAROSOLSZKY Ö. (Budapest)
GÖTZ G. (Budapest)	SZEPESI D. (Budapest)
GULYÁS O. (Budapest)	TAYLOR F. W. (Oxford)
HAMAN, K. (Warsaw)	TÁNCZER T. (Budapest)
HUSAR, R. (St. Louis, Missouri)	VARGA-HASZONITS Z. (Budapest)
KAPOVITS, A. (Budapest)	VITEK, V. (Prague)
KONDRATYEV, K. YA. (Leningrád)	WHELPDALE, D. M. (Downsview, Ont.)
MAJOR Gy. (Budapest)	WIRTH E. (Pécs)
MESINGER, F. (Beograd)	ZAHARIJEV, V. (Sofia)

Elnök – Chairman of the Editorial Board:

MÉSZÁROS ERNŐ (Budapest)

Szerkesztő – Editor:

SZEPESINÉ LŐRINCZ ANNA (Budapest)

Szerkesztőség: 1525 Budapest, Postafiók 38.

Előfizetés: 1 évre 300 Ft. Megrendelhető az Országos Meteorológiai Szolgálat Pénzügyi Osztályán  
Budapest, 1042 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. 91. évf. 1. szám, 1987. január – február  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service. Vol. 91. No 1. Jan. – Feb. 1987. Budapest*

## Circulation processes in selected extreme precipitation months in the eastern part of Central Europe

BRÁZDIL, R., *Departement of Geography, J. E. Purkyně University*  
CS—611 37 Brno, Czechoslovakia,

ŠTEKL, J., *Institute for Atmospheric Physics of the CAS, CS—141*  
31 Praha, Czechoslovakia

*Cirkulációs folyamatok Közép-Európa keleti részének szélsőséges csapadéki hónapjaiban.* A szerzők a területi átlagokat figyelembe véve vizsgálják Szlovákia és Magyarország légterének cirkulációs folyamatait az átlagosnál jóval nagyobb ( $\geq 150\%$ ), ill. kevesebb ( $\leq 50\%$ ) havi csapadékmennyiség esetén. Tekintettel arra, hogy az 500 hPa átlagos geopotenciálmezőben a szélsőséges csapadékmennyiség esetén hasonló az eltérések, a szerzők Szlovákia területére az 1949–1980-as időszakra típusokat állapítottak meg, egyidejűleg figyelemmel kísérve a csapadékoság mértékét Magyarország területén is. Minden típus esetében az 500 hPa geopotenciál mezők eltérése mellett megadják a földfelszíni légnyomási mezők eltérését is. Bemutatják a cirkulációs mezők fő típusait, mint amelyek a tanulmányozott térségekben hatással vannak a szélsőséges csapadékmennyiségek bekövetkezésére. Az analízis szerint a jelentős csapadékmennyiség előfordulása a makro  $\beta$ , a mezo  $\alpha$  ( $\beta$  Orlanski felfogásában) folyamatok szuperpozíciójának a következménye, míg a szélsőségesen kevés csapadékoság esetében többnyire a makro  $\beta$  folyamatok játszanak közre.

✱

*Circulation processes in selected extreme precipitation months in the eastern part of Central Europe.* On the basis of series of areal monthly precipitation sums for the territories of Slovakia and Hungary circulation processes causing extremely high ( $\geq 150\%$  of the normal) and low ( $\leq 50\%$  of the normal) monthly precipitation sums are investigated. With respect to the similarity of the deviation field of geopotential heights of the level of 500 hPa from the long-term mean value the individual cases of extreme precipitation for Slovakia in the period of 1949–1980 were divided into several types, for which the extremity of precipitation over the territory of Hungary was parallelly judged. Each type, besides the deviation field of geopotential heights of the level of 500 hPa, is also described by the field of deviations of the air pressure at sea level. Main types of circulation processes are listed that cause extreme monthly precipitation sums in the area studied. The analysis has shown that extremely high precipitation is a sign of the superposition of processes of several scales – macro  $\beta$ , meso  $\alpha$ ,  $\beta$  in Orlanski's conception, whereas in the case of extremely low precipitation processes are mostly taking place on the macro  $\beta$  scale.

✱

*Introduction.* Extreme precipitation phenomena are often very conspicuously reflected in different spheres of human activity and in many cases they are causes of considerable economic damage. The study of the causes and their origin is thus of considerable practical importance with respect to its prognostics with possible taking of protective measures. This holds about wet months on the one hand and about dry months on the other hand; the two extremes have perceivable consequences particularly for agricultural production.

Since one month as a mosaic of different days can include different circulation processes, i. e. also quite different conditions for the origin of precipitation, the evaluation of circulation processes leading to the precipita-

tion extremity of the month is relatively complicated. From synoptic experience and numerous climatological papers it follows that circulation processes causing anomalous monthly precipitation sums keep their similarity in the course of the month or similar natural synoptical periods are repeated in the months several times (see *Atlas . . .* 1968). This is the starting point of the present contribution whose objective is to clarify the causes of the occurrence of selected extreme precipitation months in the eastern part of central Europe based on typifying the circulation processes expressed at the level of 500 hPa.

### 1. Material used and the methods of work

As the starting precipitation material the series of so-called areal monthly precipitation means for the territories of Slovakia and Hungary were used. Their advantage is the fact that they concentrate the information abstracted from the local peculiarities of the precipitation fields. On the other hand, the areal mean can, of course, particularly in the case of major territorial units, smooth conspicuous regional differences which might be due to the circulations on subsynoptical scales. The series of areal precipitation sums for Slovakia (period 1881–1980) was calculated by *Šamaj* and *Valovič* (1982) by the method of the double weighted mean according to the data of 214 rain-gauge stations (in the period of 1881–1900 their number grew from 30 to 100). For Hungary the series of areal means was calculated by the method of the simple arithmetic averaging from the data of 10 stations by *Péczezy* (1974) for the period of 1871–1975. The authors of the present paper completed the Hungarian series by the years 1976–1982 (*Tab. I*). The two precipitation series can be considered homogeneous and suitable for the study of relations between circulation processes and precipitation. The statistically significant correlation coefficient between the two series is 0.80 (period 1891–1970).

As for defining extreme precipitation months, a month with extremely high precipitation sum is the one for which the following relation holds:  $\sum RR \geq 1.5 \sum \overline{RR}$ , where  $\sum RR$  is the areal monthly precipitation sum and  $\sum \overline{RR}$  is the corresponding long-term mean of 1881–1980. For the months with extremely low precipitation it is  $\sum RR \leq 0.5 \sum \overline{RR}$ . According to these criteria, in the period of 1881–1980, 154 months with extremely high sums and 148 months with extremely low precipitation sums were found

TABLE I – I. TÁBLÁZAT

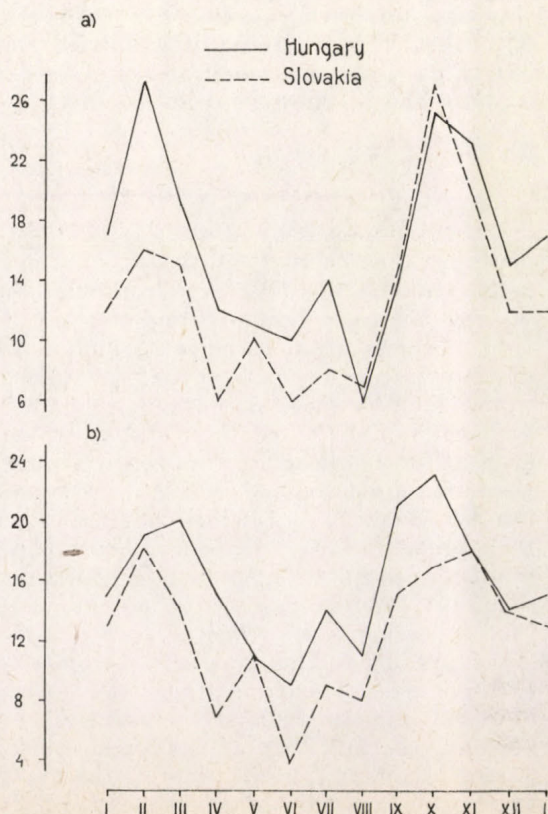
*Areal monthly and annual precipitation means for Hungary in the period of 1975–1982 (continuation of the series published up to October 1975 by Péczezy, 1974). – Területi havi és évi csapadéktalagok Magyarországon az 1975–1982 közötti időszakban (A Péczezy által publikált 1975 októberéig szóló sorozatnak a folytatása)*

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
1975	12	6	40	36	83	106	93	89	37	48	19	28	597
1976	41	6	31	49	47	37	54	30	77	56	41	83	552
1977	51	63	45	44	37	50	58	60	34	13	64	30	549
1978	16	31	29	47	111	79	77	42	32	15	18	48	545
1979	69	44	40	50	22	92	63	59	23	24	66	47	599
1980	27	20	33	59	63	92	73	51	34	61	114	25	652
1981	20	16	35	17	36	97	56	46	72	36	26	93	550
1982	36	9	33	27	37	72	93	51	25	55	28	58	524

for Slovakia. For Hungary the corresponding numbers of months are substantially higher (193 and 190, respectively). Their distribution in the course of the years is given in *Fig. 1*. Two conspicuous peaks can be seen in it for the two territories. In the case of the months with extremely high precipitation the maximum for Slovakia occurs in October (27), in Hungary October with 25 cases ranks second after February with 27 (in Slovakia the above extreme occurs in February in only 16 cases). The lowest values fall generally to the months April–August (Slovakia has the minimum in April and in June, Hungary in August). In the case of extremely dry months their maximum occurrence is registered in February and in November (18 cases each); in Hungary it falls mostly to October (23), a secondary peak occurring in March (20). The lowest frequencies fall concordantly to June.

Distribution analogical to that of the frequency of occurrence of extreme precipitation months is that of the variation coefficients, showing the greatest precipitation variability of autumn months (mainly October), but also of February and March. This can be related to a more conspicuous interannual inconstancy of the circulation conditions of those months, in which the evidently more frequent formation of central cyclones or blocking anticyclones affects the precipitation character of the larger part of the respective month.

For the procession proper extreme precipitation months were only used for the period of 1949–1980 (*Tab. II*), for which the authors had at their disposal the heights of the 500 hPa level for 127 grid points with a distance



*Fig. 1.* Frequencies of the occurrence of (a) extremely dry (sum  $\leq 50\%$  of the normal) and (b) wet (sum  $\geq 150\%$  of the normal) months in Slovakia and in Hungary according to the individual months in the period of 1881–1980

1. ábra: A szélsőségesen száraz (a) [az összeg  $\leq$  mint az átlag 50%-a] és a nedves (b) [az összeg  $\geq$  mint az átlag 150%-a] hónapok előfordulásának gyakorisága Szlovákiában és Magyarországon, az 1881–1980 közötti időszak egyes hónapjaiban

TABLE II - II. TÁBLÁZAT

Frequencies of occurrence of months with extremely high precipitation sums (a) and extremely low precipitation sums (b) in the period of 1949-1980 for Slovakia and Hungary. - Szélsőségesen magas (a) és szélsőségesen alacsony (b) csapadékhozamú hónapok előfordulásának gyakorisága 1949 és 1980 között, Szlovákiában és Magyarországon

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Σ
	Slovakia												
a	4	9	3	2	1	2	4	2	2	3	5	5	42
b	2	6	6	1	4	3	2	4	5	14	5	3	55
	Hungary												
a	3	8	3	1	1	6	6	4	4	5	8	6	55
b	4	7	7	5	4	4	2	3	5	13	5	3	62

of 10 degrees of geographical longitude and 5 degrees of geographical latitude within the Atlantic-European region between 60°W and 60°E longitude, and 30° and 70°N latitude. The possibility of expressing the occurrence of precipitation by the circulation pattern at the 500 hPa level follows from the fact that permanent precipitation is generally connected with large-scale organized upward motions in the regions of high cyclones or troughs or in frontogenetic regions of upper frontal zone. These rising motions are mostly connected with fronts. Thus, they are tropospheric processes connected with a peculiar circulation pattern at the 500 hPa level. Also areally important showers are usually connected with circulation processes at the level of 500 hPa. The typifying was carried out at the 500 hPa level. For the individual types the circulation processes have at the same time been described also by the pressure field at sea level.

## 2. The relation of circulation processes to the occurrence of months with extremely high precipitation sums

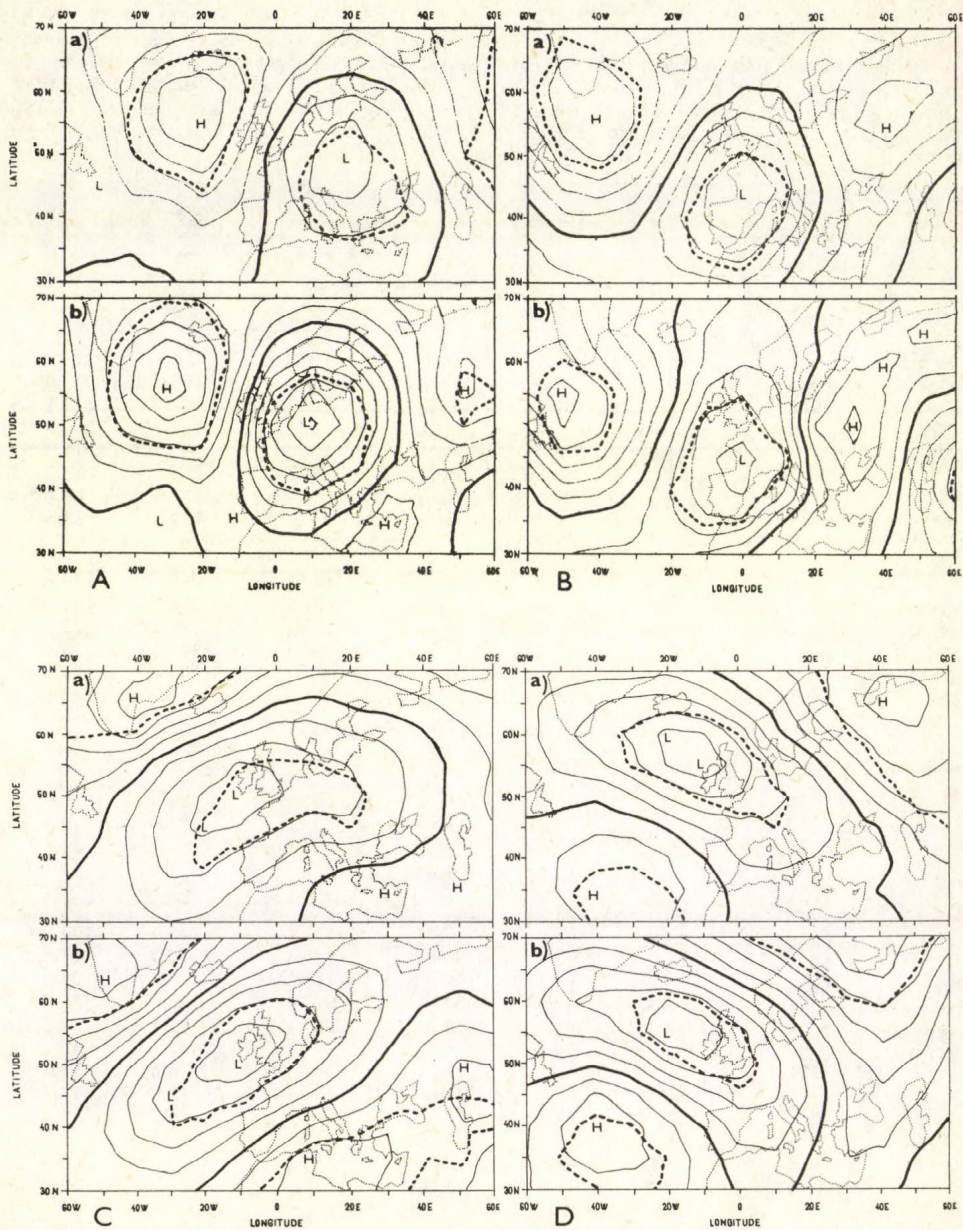
In the paper by Brázdil and Štekl (1987) a typifying of circulation processes was carried out based on the field of monthly deviations of the heights of the 500 hPa level from the long-term mean in the above network of grid points on the territory of the C.S.S.R. in the period of 1949-1980. In the same group there were included months fulfilling the condition of extremities (see Part 1), on the basis of the similarity of the field of deviations from which the mean deviations were then calculated for the whole group and by means of the t-test their statistical significance was tested (i. e., whether they differ significantly from zero). Thus, for the territory of Slovakia 8 types were delimited (out of which in 2 types extremely high precipitation also fell for Bohemia), of which one-half also characterized cases of extremely high precipitation in Hungary. From the total of 42 cases of extremely high precipitation sums in Slovakia and 55 cases in Hungary in the period of 1949-1980 22 cases were common, 16 of which were included into the four following types (Tab. III, Fig. 2):

*Type A:* In this type the precipitation occurs in the central part or at the rear side of cyclones (near the ground) in a considerable vertical shear of wind direction (mostly over 90°, often about 180°). In the eastern part of central Europe the precipitation is higher than in the western part (Bohemia). This is due to the fact that most waves of a cold front at the forward side of the troughs in the upper southern to southwestern

TABLE III - III. TÁBLÁZAT

Classification of months with extremely high and low precipitation sums in Slovakia and in Hungary according to the areal distribution of deviations of geopotential heights of the level of 500 hPa (\*means that the condition in Part I has not been fulfilled) - Szélsőségesen magas ill. alacsony csapadékhozamú hónapok osztályozása Szlovákiában és Magyarországon, az 500 hPa geopotenciál szintek eltéréseinek területi eloszlása szerint (\* azt jelenti, hogy az I. részben közölt feltétel nem teljesült)

Month	Year	Slovakia	Hungary	Month	Year	Slovakia	Hungary
Extremely high precipitation sums							
Type A				Type C			
Sep	1952	191.8	158.3	Jan	1979	184.1	202.9
Oct	1964	236.5	196.3	Feb	1955	160.0	190.6
Oct	1974	314.3	264.8	Feb	1957	167.5	203.1
Nov	1952	155.9	190.6	Feb	1966	185.0	106.3*
Mean		224.6	202.5	Feb	1969	180.0	265.6
Type B				Feb	1977	235.0	196.9
Jan	1977	165.9	150.0	Mar	1977	155.6	118.4*
Sep	1976	193.4	160.4	Mean		181.0	183.4
Nov	1961	172.9	134.0*	Type D			
Nov	1962	250.8	230.2	May	1972	193.5	144.6*
Dec	1950	156.6	179.6	Jul	1960	208.7	151.5
Mean		187.9	170.8	Nov	1949	189.8	222.6
				Dec	1959	177.4	179.6
				Mean		192.4	174.6
Extremely low precipitation sums							
Type a				Type d			
Jan	1964	13.6	5.9	Feb	1954	25.0	46.9
Feb	1959	17.5	9.4	Oct	1959	31.8	9.3
Feb	1975	20.0	18.8	Oct	1979	38.1	44.4
Mar	1950	17.8	18.4	Mean		31.6	33.5
Mar	1953	37.8	23.7	Type e			
Mar	1973	28.9	26.3	Feb	1972	45.0	100.0*
Oct	1962	28.6	27.8	Feb	1976	15.0	18.8
Oct	1969	41.3	29.6	Feb	1982	-	28.1
Oct	1971	23.8	24.1	Mar	1959	48.9	52.6*
Nov	1953	37.3	30.2	Mar	1974	11.1	39.5
Nov	1978	44.1	34.0	Oct	1949	27.0	35.2
Mean		28.2	22.6	Oct	1951	3.2	13.0
Type b				Oct	1953	41.3	53.7*
Jun	1950	44.1	37.8	Nov	1959	40.7	58.5*
Jun	1976	34.4	50.0	Dec	1953	22.6	20.5
Aug	1973	39.7	54.1*	Dec	1972	9.4	6.8
Mean		39.4	47.3	Mean		26.4	38.8
Type c				Type f			
Apr	1974	59.3*	49.0	Apr	1952	38.9	33.3
Sep	1956	39.3	10.4	Jul	1967	50.0	59.1*
Sep	1959	9.8	51.5*	Sep	1961	23.0	12.5
Oct	1965	14.3	1.9	Mean		37.3	35.0
Nov	1957	39.0	47.2	Type g			
Dec	1963	28.3	113.6*	Mar	1972	48.9	44.7
Mean		31.7	45.6	Oct	1977	30.2	24.1
				Mean		39.6	34.4



**Fig. 2.** The fields of deviations of (a) pressure at sea level (2 hPa each) and of (b) geopotential height level of 500 hPa (2 dm each) from long-term monthly means at extremely high monthly precipitation sums. Thick line — isoline of zero deviations, *H* positive and *L* negative deviations. Dashed lines denote areas in which deviations from zero are statistically significant ( $\alpha=0.05$ )

**2. ábra.** A tengerszintre redukált légnyomás (a) és az 500 hPa-os geopotenciál szint (b) eltéréseinek, mezői [2 hPa ill. 2 dm egységekben] a sokévi havi közepektől, szélsőségesen magas havi csapadékok esetén. Vastag vonal jelzi a 0 eltérést, H a pozitívot, L a negatívot. Szaggatott vonal mutatja azokat a területeket, ahol az eltérések statisztikailag szignifikánsan különböznek a nullától ( $\alpha=0,05$ )

current proceed over Hungary and Slovakia. The type includes only autumn months.

*Type B:* The type is characterized by the tropospheric pressure low above the Iberian Peninsula and France and a pressure high above the European part of the U.S.S.R. Between these formations there is an upper frontal zone with its axis in the meridional direction roughly along the 20th meridian. In the eastern part of central Europe it is the southern cyclonic current. The type includes winter and autumn months. The condition for the extremity of precipitation is not fulfilled for the month of November 1961 for Hungary (134% of the long-term mean value).

*Type C:* The axis of the upper frontal zone in the direction from southwest to northeast lies over central Europe. Statistically significant deviations are in the regions of the controlling pressure low above the British Isles. Extreme precipitation of this type occurred mostly in winter. For Hungary the condition of extremity is not fulfilled in two cases (February 1966 with 106% and March 1977 with 118% of the normal).

*Type D:* Precipitation arises at the front side of an elongated trough whose axis lies from the British Isles in the direction of Italy (mostly on occlusional or wavy cold fronts). Statistically significant deviations are in the region of the controlling pressure low, near the ground reaching from there as far as central Europe. The type can occur in different months (May, July, November, December).

Further types delimited for Slovakia can also include three extreme precipitation months in Hungary (February 1970, February 1952, March 1951), but they are always isolated cases within the delimited type.

### 3. *Relation of circulation processes to the occurrence of months with extremely low precipitation sums*

From 55 cases of extremely dry months in Slovakia and 62 in Hungary in the period of 1949–1980 their concordant occurrence was found in 38 cases. Out of them 30 were ranked into 7 types determined for Slovakia. A conspicuous disagreement occurs only for February 1972 and December 1963, when areal precipitation sums in Hungary reached only 100 and 114%, respectively, of the long-term normal, whereas in Slovakia the precipitation was lower than 50% of the normal. In the other cases not fulfilling the condition of extreme precipitation over the territory of Hungary did not exceed 60% of the normal. Common months with extremely low precipitation sums were included into the following types (*Tab. III, Fig. 3*):

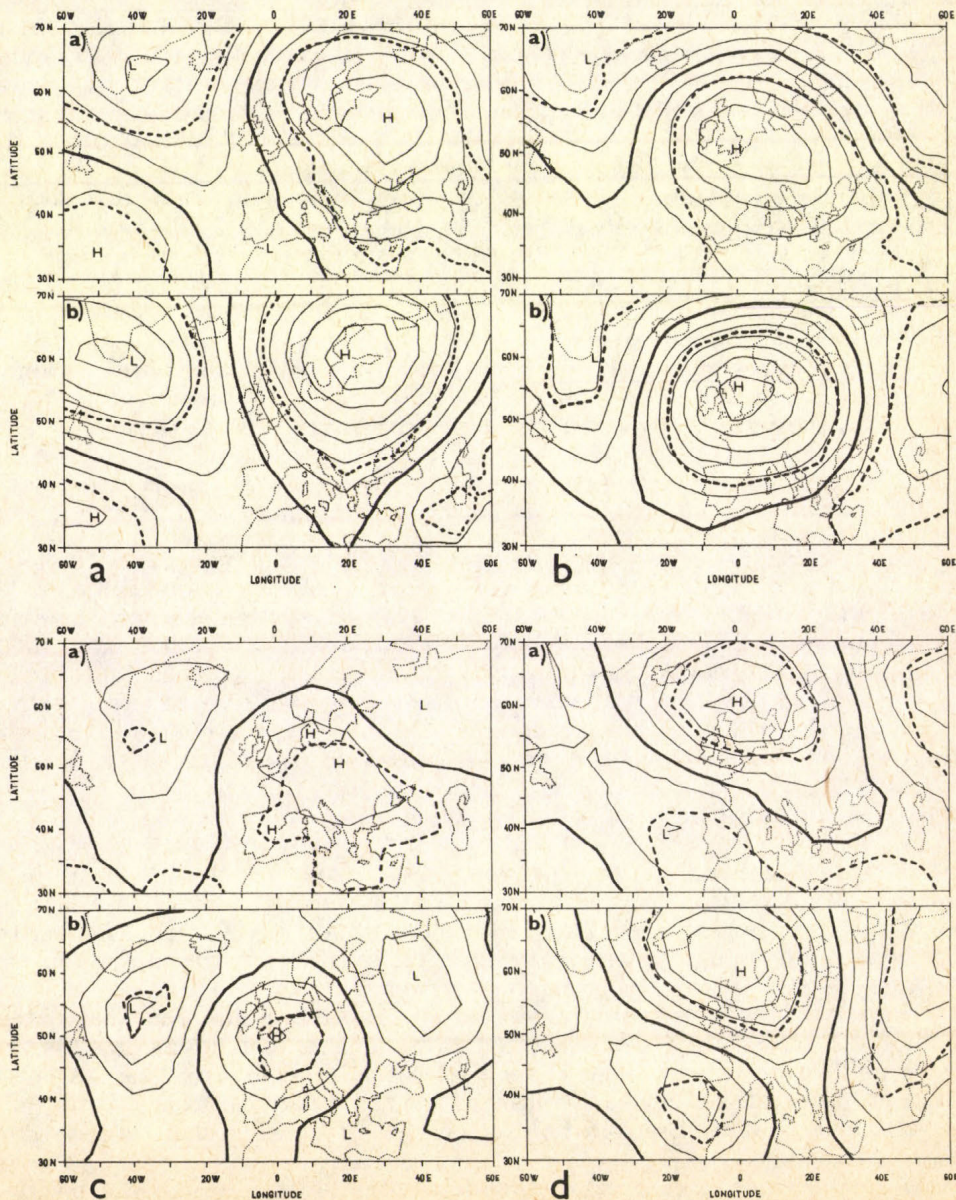
*Type a:* The type is constituted by the dominating pressure high above the British Isles and above the North Sea, from which a belt of high pressure stretches over central Europe. The eastern part of central Europe is on the front side of a blocking anticyclone, relatively far from its centre. The type includes most cases (11) and is constituted by the months of the winter and those of the transitory seasons of the year.

*Type b:* This type, with respect to the preceding one, has the centres of the controlling anticyclones shifted towards the east and a less conspicuous field of deviations, even though statistically significant ones. A small gradient of deviation fields is conditioned by the validity of the type for only the summer season. Precipitation is on the average higher in Hungary than in Slovakia.

*Type c:* The blocking anticyclone has a statistically significant position

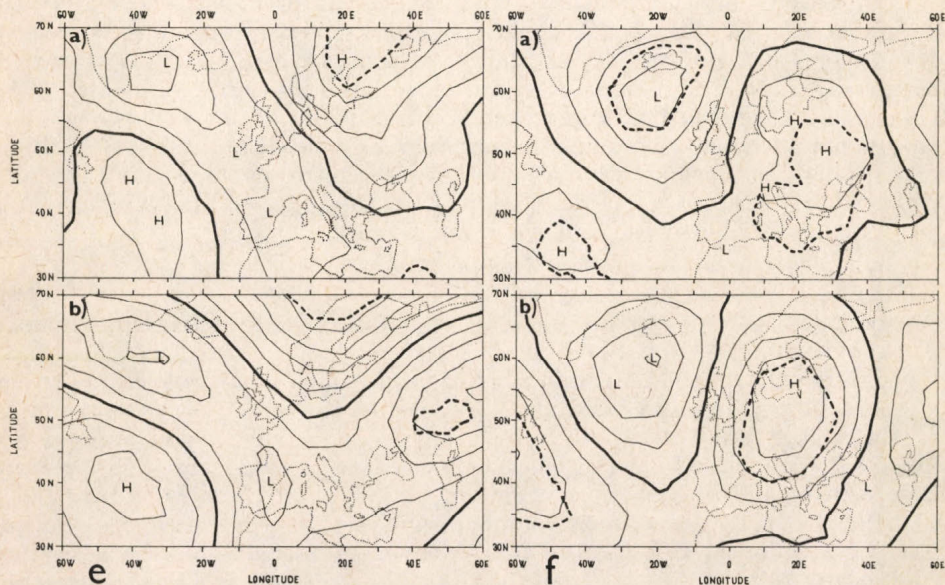
with its centre being between southern Scandinavia and Iceland. From it a belt of high pressure extends to the Balkan Peninsula. With the exception of summer the type includes the months of all seasons of the year.

*Type d:* Centres of anticyclones lie above northern Scandinavia and Finland, the anticyclonic character of the current above central Europe is not unambiguously expressed. A substantial effect in these situations is that of low humidity content of the air advected from the northeast sector. The type is constituted by one winter and two autumn months.



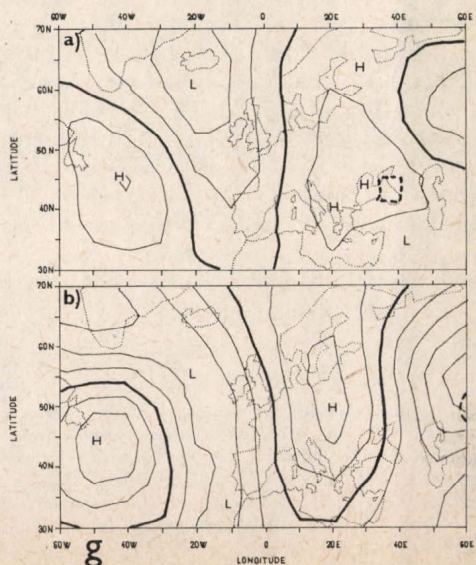
*Type e:* Positive anomalies and thus also the positions of centres of controlling pressure highs are statistically significant above the Baltic S.S.R. and the Belorussian S.S.R. Extremely low precipitation characterizes the whole territory of the C.S.S.R. and that of Hungary where the precipitation is on the average higher than in Slovakia. The type includes summer, autumn and winter months.

*Type f:* The type has statistically significant positive deviations above the central part of Europe. It is constituted by the months of April, July and



**Fig. 3.** The fields of deviations of (a) pressure at sea level (2 hPa each) and of (b) geopotential height level of 500 hPa (2 dm each) from long-term monthly means at extremely low monthly precipitation sums. (For explanation see Fig. 2.)

**3. ábra:** A tengerszinti légnyomás (a) és az 500 hPa-os geopotenciál szint (b) eltéréseinek mezői [2 hPa ill. 2 dm egységekben], a sokévi havi közleptől szélsőségesen alacsony havi csapadékösszegek mellett. (Jelmagyarázat azonos a 2. ábrával)



September. The precipitation in Slovakia and Hungary is on the average balanced.

*Type g*: Similar to the preceding one, but deviations are not statistically significant. It is constituted by the months of March and October.

4. *Conclusion*, The analysis of the typifying has proved the connection of monthly precipitation anomalies with typical anomalies at 500 hPa. Extremely high monthly precipitation sums in the region studied are connected either with closed (in many cases isolated) cyclones or elongated troughs whose centres are not extended further than 1000 km from the imaginary point of gravity of the territory above which the precipitation is followed. In the months of the cold half-year significant precipitation is connected with upper frontal zones of the southern, southwestern, western to northwestern direction. Air masses with sufficient humidity come either from the Atlantic (situations with a upper frontal zone and situations with the controlling low northwest and north of the territory processed) or from the Mediterranean (chiefly situations with the southern or central cyclone and a trough). Compared with the other parts of central Europe, precipitation in Slovakia and Hungary is higher particularly when there are

- cyclones above the Gulf of Genoa,
- cyclones proceeding along the Vb route,
- cyclones, on the norther sides of which retrograde warm fronts move above Hungary and Slovakia,
- significant troughs on the forward sides of which wavy cold fronts travel across Hungary and Slovakia.

Extremely low monthly precipitation sums in the region studied are connected with closed anticyclones or conspicuous ridges of high pressure whose centres and/or axes do not extend further than 1500, or exceptionally 1700 km from the imaginary point of gravity of the territory studied. Of importance is the direction of the air flow making possible the advection of relatively dry air, if it is not the effect of central parts of anticyclones with prevailing subsidence. In extremely dry months the prevailing west-east mass transfer is excluded.

The fact that in the case of months with extremely high precipitation 22 common months were found for Slovakia and Hungary and 38 common months for months with extremely low sums points to a different dimensional character of processes producing the above extremes. Whereas in the former case it is mostly the superposition of processes of several scales – macro  $\beta$ , meso  $\alpha$ ,  $\beta$  (according to Orlanski in *Atkinson*, 1981) –, in the latter case mostly processes of the macro  $\beta$  scale are involved.

We are of the opinion that our paper is a contribution to a long-term precipitation forecast problem with the utilization of numerical forecasts of upper-level pressure fields.

#### REFERENCES

- Atlas synoptickeských charakteristik Severného polusharija*, 1968. Hidromet. izd., Leningrad.  
*Atkinson, B. W.*, 1981: *Meso-scale atmospheric circulations*. Academic Press, London.  
*Brázdil, R. and Štekl, J.*, 1987: Cirkulační procesy a atmosférické strážky na území ČSSR. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun.* 26 (Geographia), in press.  
*Péczeley, Gy.*, 1974: A statistical investigation on the secular precipitation series of Hungary. *Acta Universitatis Szegediensis* 13 (Acta Climatologica), 3–14.  
*Šamaj, F. and Valoviš, Š.*, 1982: Priestorové úhrny zrážok na Slovensku (1881–1980). *Meteorologické zprávy* 35, 108–112.

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 91. évf. 1. szám, 1987. január – február  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service. Vol. 91. No 1. Jan. – Feb. 1987. Budapest*

## Módszer a szinoptikus-, radar- és műholdadatok komplex analízisére

BONCZ JÓZSEF, KAPOVITS ALBERT, PINTÉR FERENC és TÄNCZER TIBOR,  
Központi Előrejelző Intézet, H-1675 Budapest, Pf. 32.;

*A method for the complex analysis of synoptic, weather radar and satellite data. An operationally usable complex analysis technique developed in Hungary is described. A map of stereographic projection with a grid of  $20 \times 20$  km<sup>2</sup> covering the Carpathian-basin is used for the basis of this technique. Traditional observations, manually digitized weather radar data and computer digitized visible and infrared images from METEOSAT-2 WEFAX transmissions make the data set and are transformed on to the basic map. Analysis can be performed either using the printed charts with the data fields of different data sources for being laid over each other or radar and satellite data with the enhancement of precipitation can be interactively displayed. Thunderstorm activity caused by an upper cold front on 10 August 1984 is analysed and presented as an example for the technique described. The analysis is completed by the use of changes in certain statistical parameters on the cloud-precipitation system (cloud coverage, vertical development of cloudiness, precipitation area, precipitation activity, e. g. ratio of the area covered by precipitation to that covered by cloudiness). It can be stated that this technique ensures an analysis of the atmospheric, especially the precipitation processes, with the detalization and fastness that have never been experienced.*

✱

*Módszer a szinoptikus-, radar- és műholdadatok komplex analízisére. A dolgozat az előrejelző szolgálatnál kifejlesztett, operatíván alkalmazható komplex analízis technikát mutatja be. Az analízis alaptérképe a Kárpát-medencét felölelő sztereografikus vetület, amelyet  $20 \times 20$  km<sup>2</sup>-es rácsalappal láttak el. Alapadatokként a hagyományos megfigyelési adatokat, a radarállomások manuálisan digitalizált méréseit és a METEOSAT-2 WEFAX adásából nyert digitalizált látható és infravörös felvételeket használják, amelyeket az említett térképvetületre transzformálnak. Az analízisnél kétféle megközelítést alkalmaznak. Egyrészt elvégzik a három adatforrásból származó információk „rétegzett” analízisét, másrészt a radar- és műholdadatoknak a csapadékfolyamatra orientált display-s ábrázolását. A módszer segítségével példaként megvizsgálják és bemutatják az 1984. augusztus 10-i zivataraktivitást, amely egy magassági hidegfronttal kapcsolatban lépett föl. A vizsgálatot a digitalizált mezők néhány statisztikai paramétere alakulásának bemutatásával egészítik ki (felhőfedettség, felhőzet vertikális fejlettsége, csapadékos terület, csapadékos és felhős terület viszonya, vagyis a felhőzet csapadék aktivitása). Megállapítható, hogy az új technika az időjárási folyamatok, különösen a csapadék aktivitás, minden eddigénél mélyebb, és gyorsabban végrehajtható analízisét biztosítja.*

✱

*Bevezetés. Minél lejjebb megyünk a megfigyelendő időjárási jelenség tér- és időskáláján, annál sűrűbb földi megfigyelőhálózatra van szükség. Míg a nagyméretű időjárási képződmények (pl. a front) felismeréséhez az egymástól átlagosan 100 km-re fekvő szinoptikus állomások kielégítő információt szolgáltatnak, a mezóméretű objektumok analízisében már bizonytalanságok jelentkeznek, s a kisméretű lokális jelenségek – hacsak nem a megfigyelő állomások körzetében lépnek fel – a szinoptikus észlelés számára rejtve maradhatnak.*

Ez utóbbiak biztos analiziséhez igen sűrű és időben gyakori észlelés, sőt túlzás nélkül mondhatjuk, az időjárás területileg és időben szinte folytonos nyomon követése szükséges.

A technikai fejlődés két eszközzel biztosítja a kisméretű, lokális jelenségek (heves csapadékhullás, szél-szélvihar stb.) maradéktalan felismeréséhez szükséges közelítőleg folyamatos észlelést: a radar berendezéssel és a műholdal. Míg egyetlen radar 200–300 km sugarú területen belül biztos képet nyújt a csapadékszónák előfordulásáról, vertikális fejlettségükről, a bennük fellépő csapadék intenzitásáról, addig a műhold a felbontás korlátain belül a felhőrendszerek elhelyezkedéséről, függőleges tagoltságáról ad áttekintést. Mindkét megfigyelő eszköznek megvannak a maga sajátos előnyei és hátrányai, önmagában tehát egyik megfigyelő rendszer sem teljes értékű: a mélyreható, biztonságos analízis a szinoptikus, a radar és a műholdinformáció együttes vizsgálatával hajtható végre.

A gyakorlati élet világszerte igényli a veszélyjelzést, ami újfajta analízis és előrejelzési eljárás, a *nowcasting technika* kialakításához vezetett. Ennek lényege, hogy az említett forrásokból származó adatokat magas szinten szervezett számítógépes feldolgozó rendszerben egyesítik, illetve értékelik ki és – általában – extrapolálják. Ezen a téren a technikailag fejlett országokban komoly erőfeszítéseket tesznek. A nyugat-európai országok a COST 72 program keretében a radarinformációk kölcsönös cseréjét valósítják meg (Rissanen, 1984), az Egyesült Királyságban a FRONTIERS rendszer áll megvalósítás előtt (Browning, 1979), Svédországban a PROMIS 600 (Bodin et al., 1984), az Egyesült Államokban pedig többek között a PROFS (Mac Donald, 1984) komplex interaktív adatfeldolgozó rendszert dolgozták ki.

Egyik korábbi dolgozatunkban (Kápvits et al., 1985) felvázoltuk a fentiekhez hasonló nowcasting rendszer lehetőségeit Magyarországon, a rendelkezésre álló szerény eszközbázisra alapozva. Akkor a radar és műholdinformáció együttes analizisének a kutatásban használható módszerét mutattuk be, amely lényegében a műholdfelvételnél a radar képernyőjére történő transzformációján alapul. Ez alkalommal az operatív szolgálatban is alkalmazható komplex analízis módszert ismertetünk, s ennek alapján konkrét időjárási helyzetet analizálunk.

## 1. A módszer bemutatása

1.1. *Az adatok transzformációja.* A kidolgozott módszer alaptérképe a hazai időjárás előrejelző szolgálatban használt, nagyjából a Kárpát-medence térségét felölelő 2,5 milliós méretarányú, a 60. szélességi kör síkjára vetített sztereografikus térkép. Ezt a térképet a 18 °E hosszúsági körön átmenő, illetve azzal párhuzamos és rájuk merőleges, egymástól mintegy 20 km-re fekvő egyenesek által meghatározott rácshálózattal láttuk el. Célunk az volt, hogy mind a hazai időjárási radaradatokat, mind a műholdadatokat erre a rácshálózatra transzformáljuk az együttes ábrázolás és analízis operatív végrehajthatósága érdekében.

A rácshálózat és a földrajzi koordináták kapcsolata könnyűszerrel előállítható. A rácshálózatot a bal alsó négyzetből kiindulva számozzuk, legyen ennek a sorszáma (0,0). Ekkor a jobb felső négyzetnek (47,33) sor-, oszlopérték felel meg. Az (i, j) négyzet középpontjának földrajzi koordinátái a terület alapösszefüggéseinek felhasználásával írhatók fel (Tóth és Veszta, 1983):

$$\varphi = 1,57 - 2 \text{ arc tg } B'/C,$$

$$\lambda = \arctg \frac{[2(j-19)-1]D}{2A} + 0,314,$$

ahol

$$A = 1873,26 - \frac{[2(i-13)-1]D}{2},$$

$$B' = \sqrt{A^2 + B^2},$$

$$B = \frac{2[(J-19)-1]D}{2},$$

$$C = 4755,55 \text{ és}$$

$$D = 8,6222.$$

A radar megfigyelések digitalizálását oly módon végeztük el, hogy annak felbontása illeszkedjék a rácshálózat felbontásához. Ezért az egyesített radar-kép rácshálózat szerinti kinyomtatása nem vet fel újabb problémákat.

A műholdkép esetében bonyolultabb a helyzet, a képet ugyanis előbb geometriailag transzformálni kell, és felbontását a felvett rácshálózathoz kell igazítani. A transzformáció menetét korábbi dolgozatunkban (Kapovits et al., 1985) ismertettük. A kívánt felbontást az egyes négyzetekbe eső  $2 \times 3$  képelem átlagolásával értük el. A műholdkép nem homogén felbontása miatt azonban ezzel a vizsgálati terület délnyugati részén valamivel kisebb, északkeleti részén pedig valamivel nagyobb területet kaptunk, mint a négyzeteké. Egy transzformáció végrehajtása 20 s gépidőt igényelt.

1.2 Alapadatok. Az eljárás alkalmazásához az alapadatokat a szinoptikus állomások óránkénti megfigyelései, a radarállomások manuálisan digitalizált, a bemutatott rácshálózatra transzformált mérései és a METEOSAT—2 WEFAX adásából nyert műholdképek digitalizált, illetve transzformált adatai képezték. A rendszer összetevőinek részletes leírása korábbi dolgozatunkban (Kapovits et al., 1985) található. A radarinformáció digitalizálása jelenti a továbblépés kulcsát, amely a módszert operatív felhasználásra alkalmassá teszi (Kapovits, 1984).

A megfigyelések alapját a következő egyenletek képezik:

$$\Delta H = H_{\max} - H_{-22^\circ\text{C}} \quad (1)$$

$$\Delta H^* = H_{\text{trop}} - H_{\max} \quad (2)$$

$$Y = H_{\max} \lg Z_3 \quad (3)$$

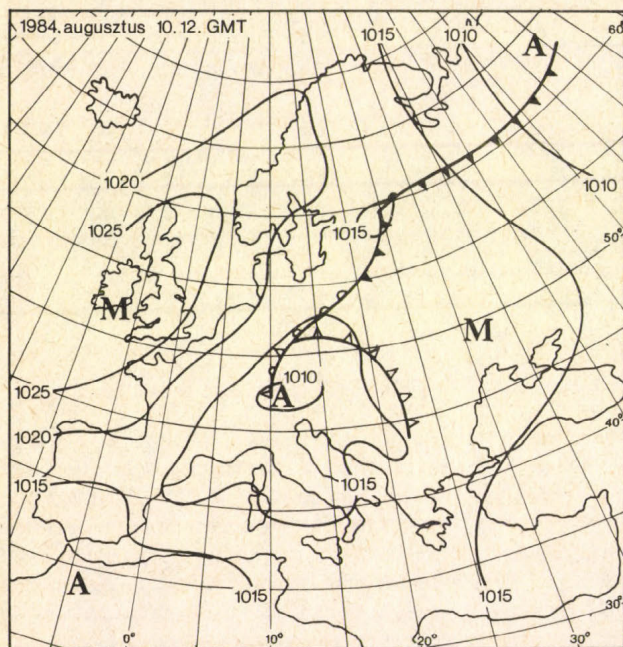
$$\text{ahol } \begin{cases} Z = 200 R^{1,6} & \text{esőnél} \\ Z = 2000 R^{2,0} & \text{havazásnál} \\ Z = 450 R^{1,47} & \text{záporosónél} \end{cases} \quad (4)$$

Itt  $H_{\max}$  a radarechók maximális magassága,  $H_{-22^\circ\text{C}}$  a  $-22^\circ\text{C}$  izoterma magassága,  $H_{\text{trop}}$  a tropopauza magassága km-ben,  $Z$  a radar reflektivitási tényező  $\text{mm}^6 \text{ m}^{-3}$  egységekben,  $Z_3$  a radar reflektivitási tényező a  $0^\circ\text{C}$  izoterma felett 3 km magasságban,  $R$  pedig a radarral becsült (mért) csapadékintenzitás  $\text{mmh}^{-1}$  egységekben.

A szovjet szakirodalomból ismeretes, hogy (1), (2) és (3) révén azonosíthatjuk a felhő-csapadék rendszereket; eldönthetjük, hogy azokat légköri frontok idézik-e elő, záporok, zivatarok, jégeső és a földfelszín közelében szellőkések kísérik-e. Empirikus összefüggések alapján azután a radar reflektivitási

tényező értékeit a meteorológusok által könnyebben kezelhető csapadékintenzitás értékekké konvertálhatjuk, ami lehetővé teszi a csapadékmennyiség radarral történő becslését (mérését) is.

Mindezek előrebocsátásával az időjárási radarmegfigyeléseket és a nyert adatok digitalizálását manuálisan az alábbi módon végezzük. Az egyszerűség és a digitális adattovábbítás megkönnyítése céljából a radarral megfigyelt területet  $20 \times 20 \text{ km}^2$  nagyságú, derékszögű koordinátarendszerben elhelyezkedő



1. ábra: Szinoptikus helyzet 1984. augusztus 10-én 12 GMT-kor

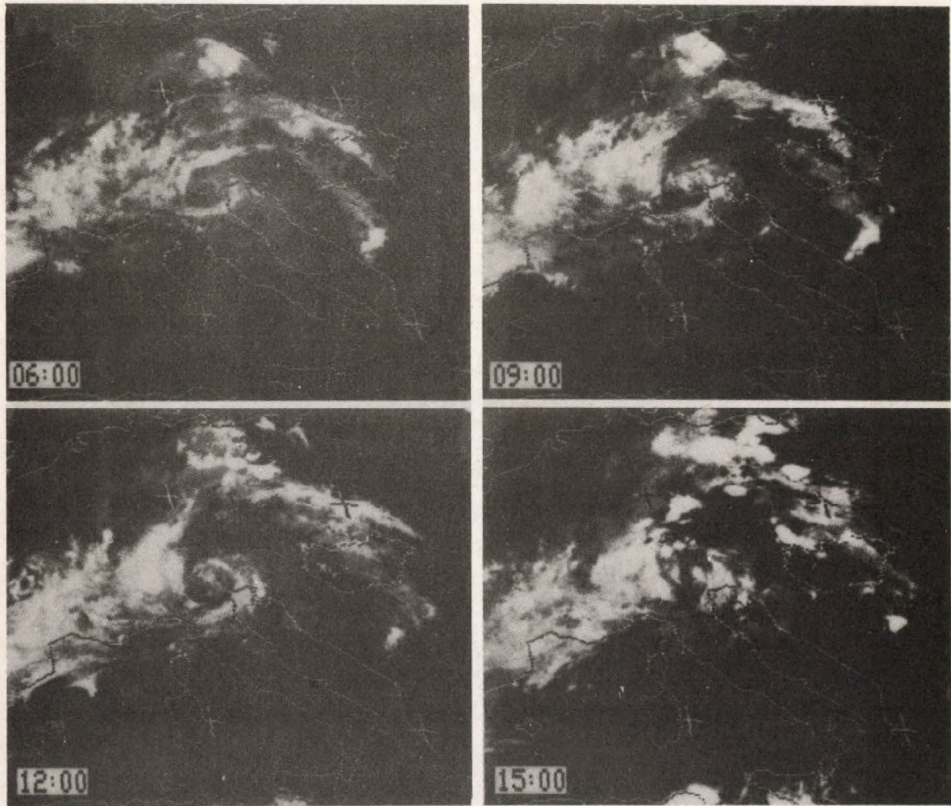
Fig. 1: Synoptic situation on August 10, 1984 at 12 GMT

területelemekre bontjuk. A területelemek a mezoszintoptikai térképre illesztett közös rácshálózat megfelelő elemeit képezik. A négyzetes rácshálózat egy-egy területelemén belül:

- megmérjük a radarechó legnagyobb magasságát ( $H_{max}$ );
- optimális magassági szög alatt, 3 vagy 10 cm-es hullámhosszon megállapítjuk a reflektivitási tényező értékét; majd
- több szintben, leginkább a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  izoterma felett 3 km magasságban és 3 cm-es hullámhosszon, mérjük a radar reflektivitási tényezőt;
- a csapadék típusát és az azt kísérő veszélyes jelenséget az (1), (2) és (3) egyenletek segítségével azonosítjuk, ehhez azonban felhasználjuk a rendelkezésre álló szinoptikus és magaslégtéri adatokat is.

Ezen lépések alapján döntünk a csapadékintenzitás mérésére alkalmas  $Z \rightarrow R$  összefüggés megválasztásáról. Területelemenként meghatározzuk a csapadékintenzitást és a területelemeknek a csapadékechóval való fedettségét nyolcadokban. Az egymás utáni időpontokban végzett megfigyelésekből megállapítjuk a felhő-csapadék rendszer áthelyeződését (irányát és sebességét) a radarállomások horizontjának ténnyedeire, továbbá a felhő-csapadék rendszert jellemző magasság értékeket.

A nyert intenzitás- és fedettség-adatokat mátrixba rendezzük, és kiegészítjük az áthelyeződési és a jellemző magassági adatokkal, továbbá megjelöljük a veszélyes kísérőjelenségek elemeit. Ezek az adatok távgépíron kerülnek a központba, ahol az IBM S/7 típusú távközlési számítógéppel összekapcsolt VT20A típusú mikroszámítógép egyesíti őket, majd a közös rácsalózáttal ellátott mezoszínoptikai térképnek megfelelő formában kinyomatja.

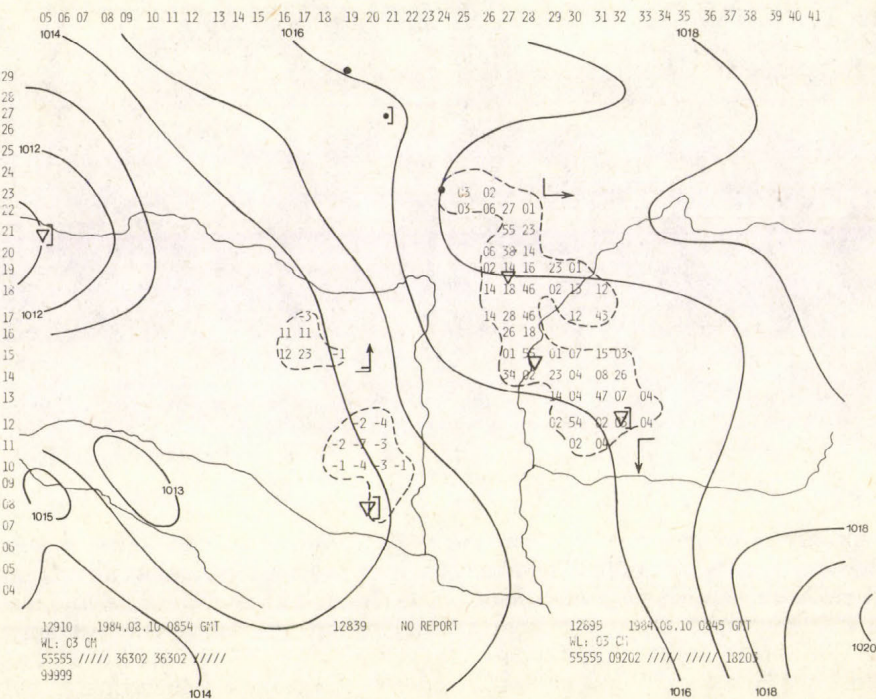
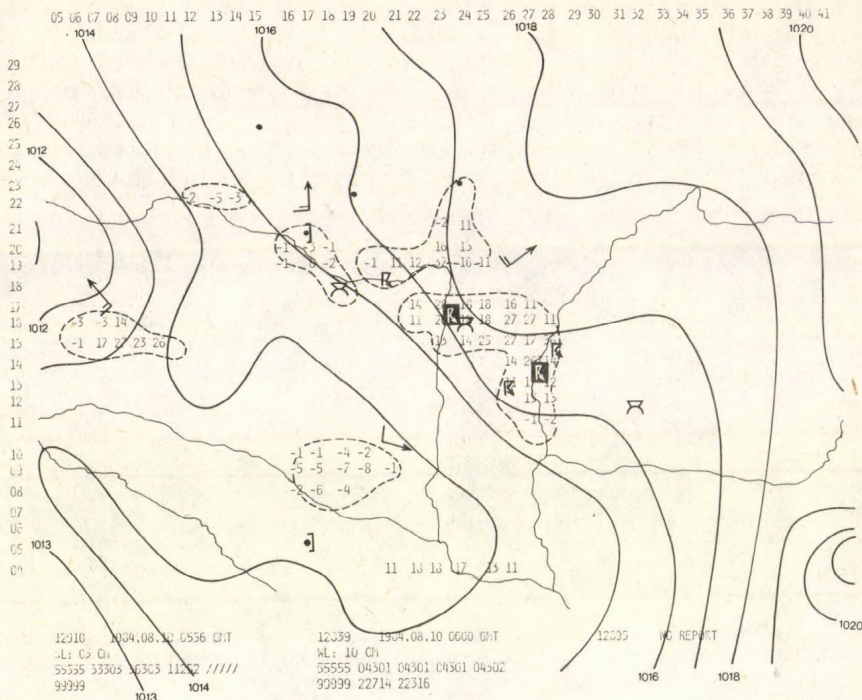


2. ábra: A METEOSAT-2 látható tartományban készített digitalizált WEFAX felvételei, a vizsgált napon 06, 09, 12 és 15 GMT-kor

Fig. 2: Digitized WEFAX images taken in visible spectrum by METEOSAT-2 at 06, 09, 12 and 15 GMT

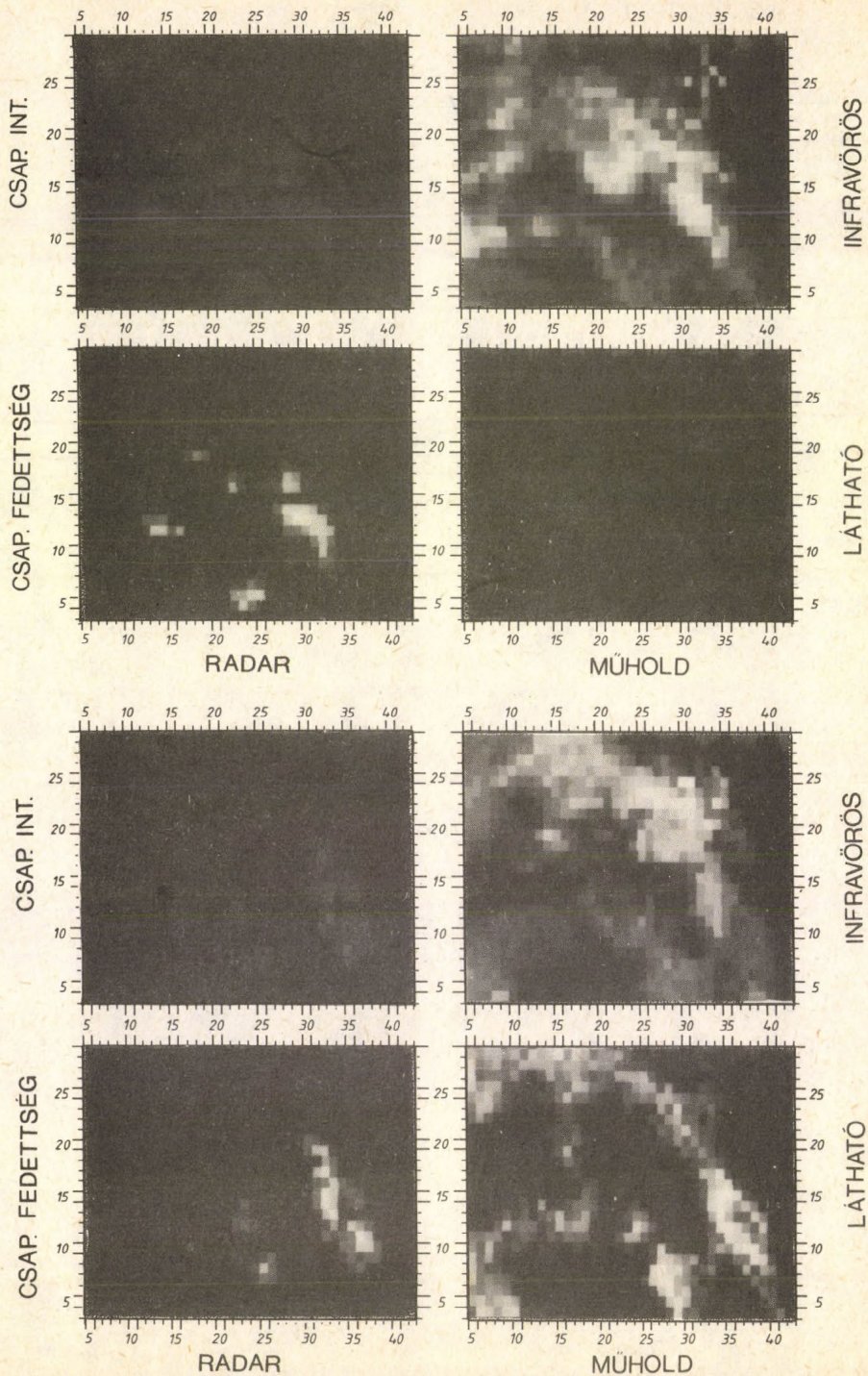
Az egyesítés során a szomszédos radarállomások által közösen lefedett területekre vonatkozó adatok értékelésénél egyszerű szabályokat alkalmazunk. Ha a radarok azonos hullámhosszon működnek, akkor annak az állomásnak az adatát fogadjuk el, amelyikhez a területelem közelebb esik. Amennyiben pedig az állomások felezőpontjában elhelyezkedő echókról van szó, akkor első közelítésben a nagyobb intenzitás és fedettségi értékeket fogadjuk el helyesnek.

A műholdas információ oldaláról a METEOSAT-2 mesterséges hold WEFAX adásának infravörös és látható spektrumú képeit használtuk fel.



3. ábra : Az időjárás radarhálózat közös térképén egyesített adatai a bárikus mezőben, kiegészítve a szinoptikus állomásokon megfigyelt konvektív és csapadék-tevékenységgel a vizsgált napon 06, 09, 12, 15 GMT-kor. (A radarral meghatározott zivatarokat fekete mezőbe rajzolt zivatar-jellel jelöltük.)





4. ábra : A radar és műhold mérések display-en megjelenített adatai 1984. augusztus 10-én 06, 09, 12 és 15 GMT-kor (Részletes leírása a szövegben)

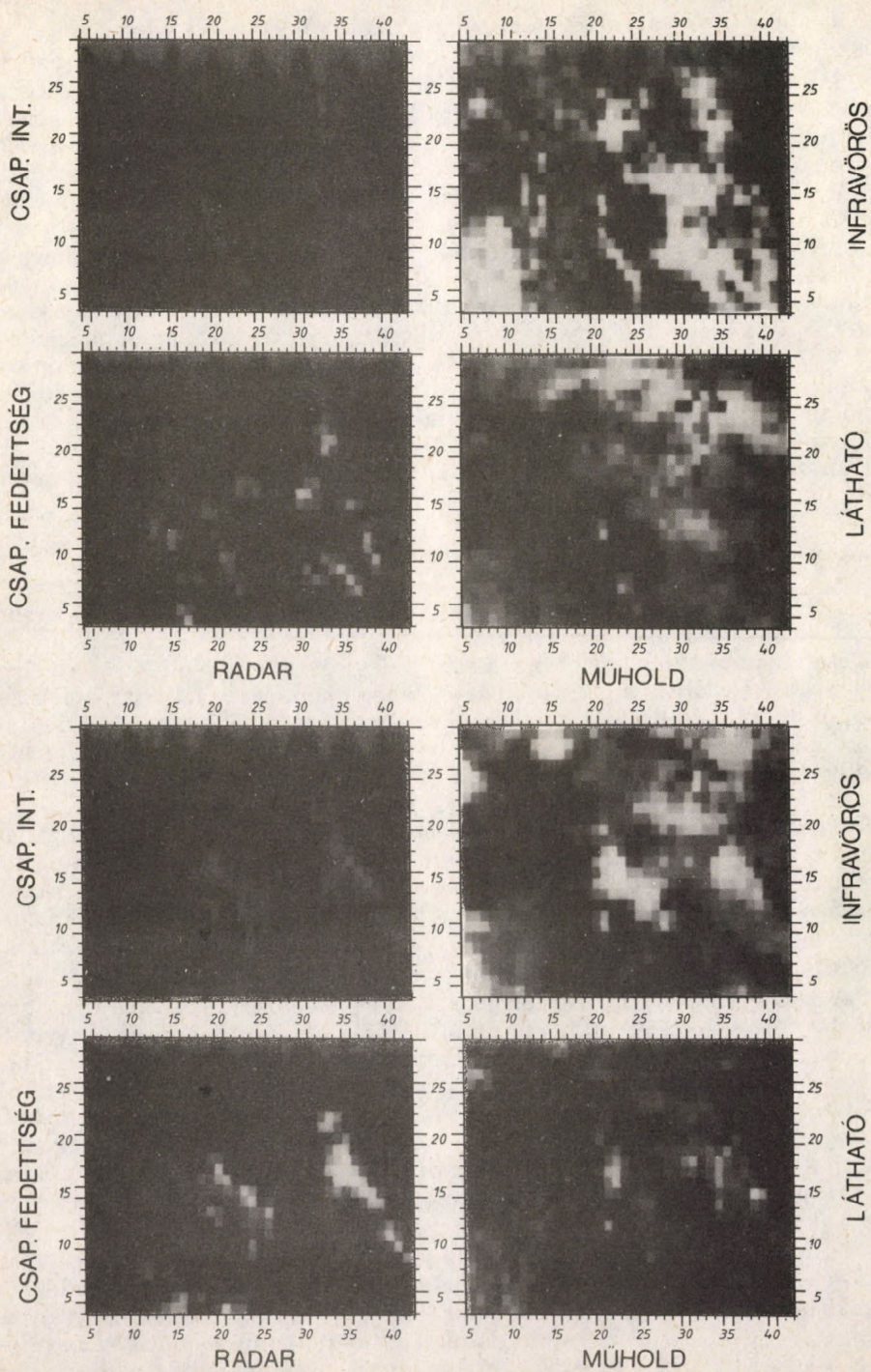


Fig. 4: Displayed data from radar and satellite measurements on August 10, 1984 at 06, 09, 12 and 15 GMT. (Detailed description is given in the text.)

Az on-line digitalizálási technika és a digitális feldolgozás biztosította, hogy a leképezéshez viszonyítva lényeges információveszteség nem lépett fel.

Mindkét spektrumból a képek félóránként álltak rendelkezésre a kísérleti időszakokra vonatkozóan, de ezek közül csak a radarészlelésekhez közelebb álló egész órás képeket dolgoztuk fel. A transzformált képeket a radar-adatokkal egyező módon kinyomtathattuk, vagy display-en megjeleníthettük. Elvégezhetőek voltak mindazok a képi feldolgozások, amelyekre a Központi Légkörfizikai Intézet CII 10010-es számítógépén már programfejlesztés történt. A kalibrált infravörös adatokból a felhőtető hőmérsékleti és magassági értékeit, továbbá borultsági hányadokat számoltunk. A fedettségi hányadok számolása a számítógépbe mágnesszalagról bejuttatott és képi formátumban tárolt radarképekből is elvégezhető volt. Az együttes display-es megjelenítés és a hurokfilm szerkesztő program segítségével a radar- és műholdadatokról kombinált mozgófilmet készítettünk. A látható spektrumú képek bevonása a feldolgozásba hasznosnak bizonyult, mivel ezek a folyamat egyes jellemzőivel valószínűleg szorosabb kapcsolatban állnak, mint az infravörös képek. Nagy hátrányuk az időszakosság és a nap folyamán erősen változó információ-tartalom.

## 2. Példa az eljárás alkalmazására

1984. augusztus 10-én az Alpok fölött sekély (a talajon 1010 mbar-os zárt izobár), de a magasba felnyúló ciklon helyezkedett el. Ennek áramlási rendszerében délnyugat felől magassági hidegfront vonult keresztül a Kárpát-medencén (1. ábra), amely labilizálódáshoz (budapesti 12 GMT-s felszállás alapján  $K=31$ ,  $SSI=+1$ , a belgrádi szerint  $K=35$ ,  $SSI=+2$ ) és zivatarok kitöréséhez vezetett. A szinoptikus folyamatok időbeli alakulása nagyszerűen megfigyelhető a látható sávban készített és digitalizált műholdképeken (2. ábra). A hidegadvekcio 12 óra alatt a 850 mbar-os szinten általában 1–3, de Szegeden 5°-os lehülést okozott. Augusztus 10-ről 11-re a déli felszállások alapján Budapest fölött átlagosan 3°-ot hűlt a levegő. A csapadék jórészt augusztus 9-én 18 óra és 10-én 18 óra között esett ki. A lehullott csapadék eloszlása meglehetősen szeszélyes volt. 20 mm-t meghaladó csapadékmennyiséget mértek Veszprémben (32), Miskolcon (22), Szababattyánban (22) és Sopronban (21 mm).

A rendelkezésre álló eszközbázis kétféle lehetőséget is kínál az adatok együttes analizisére. Az időjárási radarhálózat közös rácshálózatra egyesített és a digitalizált műholdképek sornyomtatóval megjelenített mezői adják az első, a szinoptikai gyakorlathoz igen közelálló lehetőséget. A földi megfigyelési adatokon alapuló mezoszínoptikus térképen ez alkalommal a légnymást mbar-onként kellett analizálnunk ahhoz, hogy megnyugtató biztonsággal felismerjük a nyomási mező sajátosságait. A szinoptikus állomások adatai a magassági hidegfront és további frontális hullámok egyértelmű kijelölését nem teszik lehetővé.

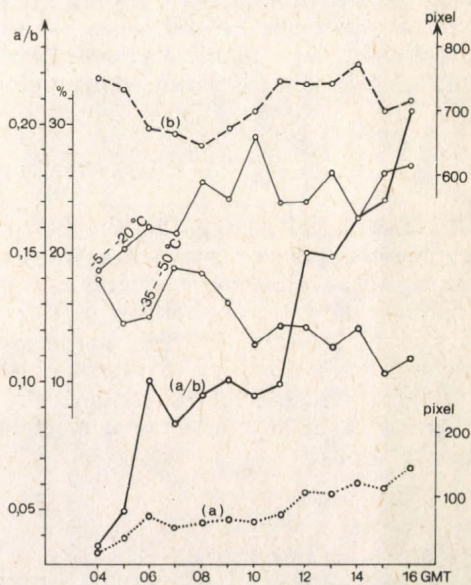
Az időjárási radarhálózat digitális térképei azonban jól mutatják a csapadékfolyamatok alakulását, a kísérő jelenségek eloszlását és a csapadékrendszerek mozgását. A csapadékfolyamatok teljesebb leírásához nyilván úgy jutunk, ha kiegészítjük a radaradatokat a földfelszíni szinoptikus megfigyelések adataival. Ezt a komplex módon nyert csapadékmezőt a bárikus mezővel egyesítve világosan kirajzolódnak az időjárási helyzet fontos jellemzői (3. ábra). Könnyű elképzelni ezek után, hogy a műholdadatoknak a közös

rácshálózatra digitalizált, szeletelt (többszörös szintvágású) mezeje kiteljesíti az időjárás helyzet leírását. Végeredményben tehát e három információforrás szervezett, digitális feldolgozásával az időjárás helyzet több-dimenziós leírásához jutunk, óránkénti időlépcsőben, 20 km-es vízszintes és 1 km-es függőleges menti felbontással.

Míg az imént bemutatott analízis-technika lehetővé teszi mind a három forrásból származó adatok együttes, „rétegezett” analízisét, addig a display-es eljárás csak a radar- és a műholdadatokat (igaz, igen kényelmesen elvégezhető) együttes vizsgálatára alkalmas. A display mezejét négy részre bontva egyszerre megjeleníthetjük a radarral mért csapadékintenzitás elosz-

5. ábra: A csapadék (radar) és felhő (műhold) mezők statisztikai paramétereinek alakulása 1984. augusztus 10-én: (a) a csapadékos területelemek (pixelek) száma; (b) a felhővel fedett területelemek száma; (a/b) a csapadékaktivitás (a csapadékos, és felhős terület viszonya), valamint a  $-5$  és  $-20^{\circ}\text{C}$ , és a  $-35$  és  $-50^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleti szintek közé eső felhőtérrel borított terület az összfelhőzet %-ában

Fig. 5: Variation of statistical parameters of precipitation field (by radar) and cloudiness (by satellite) on August 10, 1986. (a) number of picture elements (pixels) with precipitation; (b) number of picture elements covered by clouds; (a/b) rainfall activity (ratio between areas of precipitation and clouds), area covered by cloudtops between levels of temperature of  $-5^{\circ}$  and  $-20^{\circ}$  as well as  $-35^{\circ}$  and  $-50^{\circ}$ , respectively, expressed in percentage of the total cloud coverage.



lását (a display bal felső részén) és a csapadékkal való fedettség eloszlását (bal alsó részen), valamint az infravörös (jobb felső részen), és a látható tartományban készített műholdadatokat (a display-en alul jobbra), azonos koordinátarendszerben, a radar méréseknél alkalmazott 20 km-es felbontásnak megfelelően (4. ábra).

A digitalizált mezők néhány statisztikai paramétere tovább finomítja a helyzet leírását, és megkönnyíti a folyamatok nyomon követését. Ilyen statisztikai paraméter például a felhővel fedett területek nagysága, ezen belül a meghatározott magasságot elérő, ill. azt meghaladó felhős területek, valamint a csapadékos területek nagysága. Igen hasznos, összetett paraméter a felhőzet csapadék aktivitása, vagyis a csapadékos területek és a felhővel borított területek viszonya.

A felsorolt statisztikai paramétereket az 1984. augusztus 10-én 04 és 16 GMT közötti időszakban az 5. ábrán látható módon szemléltetjük. Miközben a felhős területek nagysága délelőtti csökkenést és délutáni növekedést mutat, a csapadékos területek nagysága fokozatosan növekszik oly módon, hogy a felhőzet csapadék-aktivitása délután ugrásszerűen megnő. Az egyes magassági szinteket (esetünkben hőmérsékleti szinteket) elérő, ill. meghaladó felhőzet

részaránya ugyanakkor igen sajtáságos változást mutat: a magas szintű felhőzet fokozatosan csökken, a közepes magassági szintekhez tartozó felhőzet mennyisége pedig növekszik. Ebből az következik, hogy a csapadékaktivitás növekedése a közepes magassági szintekben lejátszódó folyamatokhoz kapcsolódik.

A helyzet értékelése során természetesen vetődik fel a kérdés: milyen mértékben egyeznek meg a távérzékeléssel nyert adatok a földfelszíni szinoptikus megfigyelésekkel. Az egy-két szinoptikus állomásra és az azokat tartalmazó képelemekre (*pixelekre*) végzett vizsgálatok nem adtak egyértelmű eredményeket. Bár a területi információt szolgáltató mérések és a pontszerű mérések összehasonlíthatóságának problematikája ismeretes volt előttünk, a véletlenszerűen kiválasztott esetekben a kapott egyezéseknél jobbat vártunk. Az eltérések okát első közelítésben a különböző típusú megfigyelések időbeni eltéréseiben és a pixelek viszonylagosan nagy voltában látjuk. A vizsgálatoknak a későbbiek során erre mindenképpen ki kell terjedniük.

### 3. Összefoglalás

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy jelentősen előreléptünk a komplex analízis-technika megvalósítása irányába, annak ellenére, hogy egyelőre az itt bemutatott számítógép-sornyomató és számítógép-display technikák egyidejű alkalmazására nincs lehetőség. A tárgyalt időjárási helyzet jól példázza, hogy olykor az időjárási helyzet analízise nem hajtható végre helyesen a távérzékelési adatok nélkül. A mezőket jellemző paraméterek (csapadékaktivitás, a felhőzet magassági és területi eloszlása, a csapadékos terület nagysága) hasznosnak bizonyultak, azok megfelelnek az új megfigyelési rendszerek formanyelvének.

#### IRODALOM

- Bodin, S. et. al., 1984: PROMIS 600: The Pilot Project for the Future Swedish Weather Service. *Proc. Nowcasting - II Symposium*, Norrköping, Sweden (ESA SP - 208), 479 - 484.
- Browning, K. A., 1979: The FRONTIERS plan: a strategy for using radar and satellite imagery for very short-range precipitation forecasting. *Meteorol. Magazine* 108, 161 - 184.
- Kapovits, A., 1984: A multi-purpose weather radar network. *Proc. Nowcasting - II Symposium*, Norrköping, Sweden (ESA SP - 208), 153 - 157.
- Kapovits, A. - Pintér, F. - Tanczer, T., 1985: Attempt for combined analysis of radar and satellite data. *Időjárás*, 89, 9 - 18.
- Mac Donald, A. E., 1984: PROFS: An Approach to Improved Operational Weather Services. *Proc. Nowcasting - II Symposium*, Norrköping, Sweden (ESA SP - 208), 443 - 450.
- Riissanen, J., 1984: COST 72 (The European Weather Radar Project) Today. *Proc. Nowcasting - II Symposium*, Norrköping, Sweden (ESA SP - 208), 485 - 490.
- Tóth, P. - Vesza, Sz., 1983: Sztereo grafikus vetületben készült térképek bevezetése a magyar meteorológiai szolgálatnál. *Meteorológiai Tanulmányok* No. 41, Budapest.

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata, 91. évf. 1. szám, 1987. január-február  
*Journal of Hungarian Meteorological Service, Vol. 91. No 1. Jan-Feb. 1987. Budapest*

## A hőmérséklet és a szélirány változékonysága Szegeden a Péczy-féle makroszinoptikus helyzetekben az átmeneti évszakokban

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

*A hőmérséklet és a szélirány változékonysága Szegeden a Péczy-féle makroszinoptikus helyzetekben az átmeneti évszakokban.* Egy korábbi tanulmányunkban a szerzők kimutatták, hogy a napi hőmérsékleti anomáliáknak és a napi maximális széllelőkések irányának változékonysága csökken a makroszinoptikus típusok szerint kiválasztott részhalmazok túlnyomó többségében (Koppány és Kiss, 1985). Az említett vizsgálatot a nyári és téli adatokra végezték el (1961–80). Jelen dolgozatban ugyanazt a vizsgálatot kiterjesztették a tavaszra és ősze. Bemutatják a relatív gyakoriságok eloszlását mind a teljes éghajlati populációra ( $T$ ), mind az egyes részhalmazokra (1., 2., 4. és 5. ábra). Meghatározták a szórás ( $S$ ) és a Shannon-féle entrópiát ( $E$ ) is (I. táblázat). Szoros kapcsolat mutatható ki a szórás és az entrópia között (3. ábra). A szerzők megállapítják, hogy a makroszinoptikus típusok figyelembevételével csökkenthető a napi hőmérsékletre és szélirányra adott becslés bizonytalansága, ami az entrópia csökkenésével mérhető (II. táblázat).

✱

*The variability of the temperature and wind direction in Szeged within the Péczy's macrosynoptic types in spring and autumn.* In a previous study the authors found that the variabilities of the daily temperature anomalies and directions of daily maximum wind gusts decrease in most of the subsets selected according to macrosynoptic types (Koppány and Kiss, 1985). This earlier investigation was carried out on summer and winter data (1961–1980). In the present paper the same investigation is extended to spring and autumn. The distributions of relative frequencies are shown both for the complete climatological population ( $T$ ) and the subsets (Fig. 1., 2., 4., 5.). The standard deviations ( $S$ ) and the Shannon-entropies ( $E$ ) have been determined, too (Table I.). Close correlation was found between the standard deviation and the entropy (Fig. 3.). It was concluded that by taking into account the macrosynoptic types the uncertainty (measured by the Shannon-entropy) of estimation of the daily temperature and wind direction may be reduced during all four seasons (Table II.).

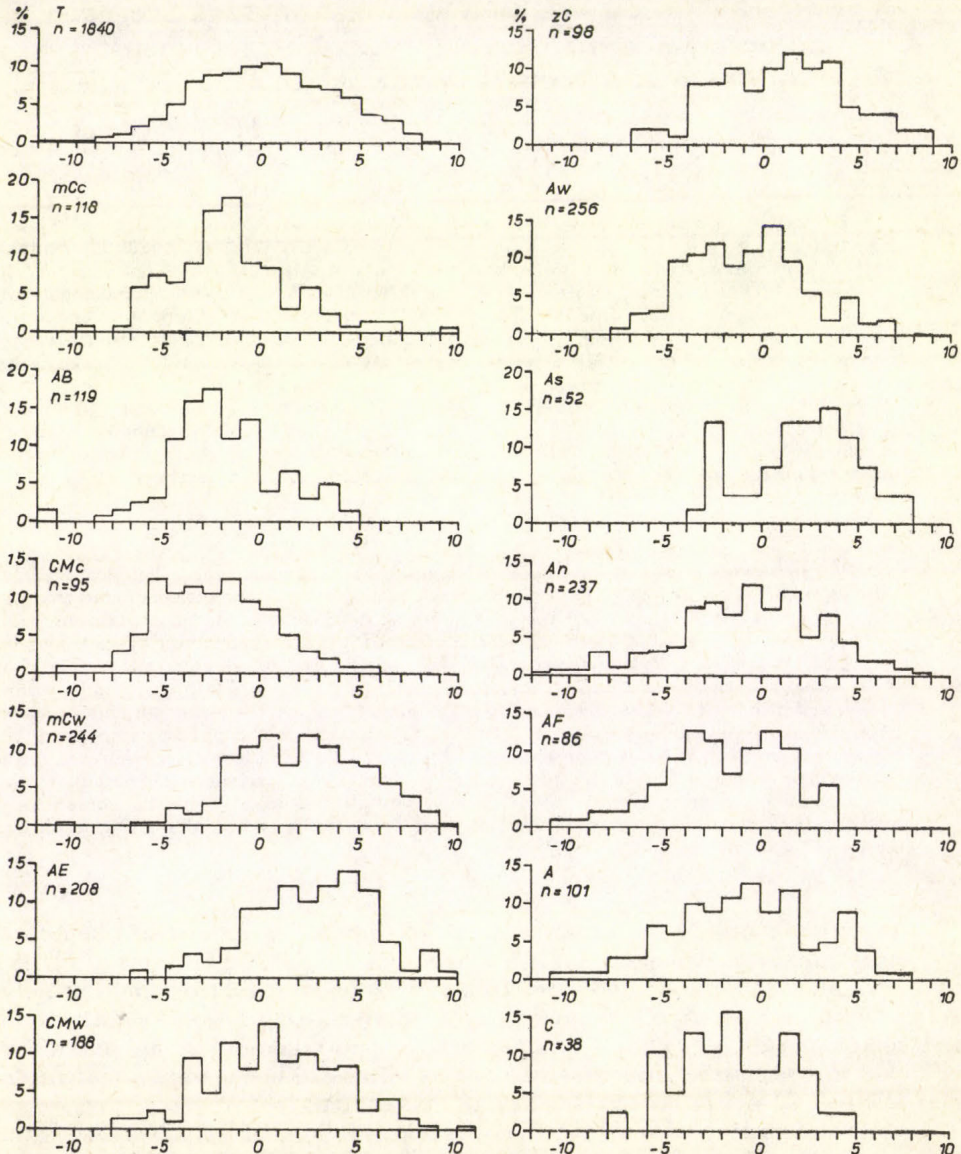
✱

*Bevezetés.* Korábbi tanulmányunkban (Koppány és Kiss, 1985) bemutattuk, hogy milyen mértékben csökken a szórás és a Shannon-entrópia a téli és a nyári évszak napi középhőmérsékleteinek a Péczy-féle makroszinoptikus helyzetek szerint rendezett részhalmazaiiban az alapsokaság hasonló paramétereire képest, továbbá meghatároztuk az entrópia csökkenését a napi maximális széllelőkés irányainak részhalmazaiiban is. Vizsgálatainkhoz a szegedi meteorológiai állomás 20 évi (1961–80) adatsorát használtuk fel.

Jelen dolgozatunkban az átmeneti évszakok hőmérsékleti és szélirány adataira kívánjuk vizsgálatainkat elvégezni. Munkahipotézisünk most is az, hogy a makroszinoptikus helyzetek szerint rendezett részhalmazokban az adatok szórása, illetve entrópiája csökken a teljes populáció hasonló statisztikai jellemzőihez képest.

## Adatbázis és módszer

Vizsgálatainkat az említett tanulmányunkban leírt módon végeztük. A tavaszi és az őszi évszak minden napjára meghatároztuk a napi középhőmérsékletnek a vizsgált időszak 20 évi napi normálértékétől számított eltéréseit, majd megállapítottuk az anomáliák szórását a teljes populációkban. Meghatároztuk az anomáliáknak az egy fok szélességű osztályközökben adódó relatív gyakori-



1. ábra: A napi hőmérsékleti anomáliák relatív gyakoriságának eloszlása a teljes populációban (T), valamint az egyes Péczy-féle típusokban, tavasszal — Fig. 1. The distribution of relative frequencies of the daily temperature anomalies in the complete population (T) and in different Péczy-types, in spring

ságait ( $p_i$ ), s ezeknek ismeretében kiszámítottuk a bizonytalanság mérésére szolgáló Shannon-entrópiát ( $E$ ). Ennek ismert formulája a következő:

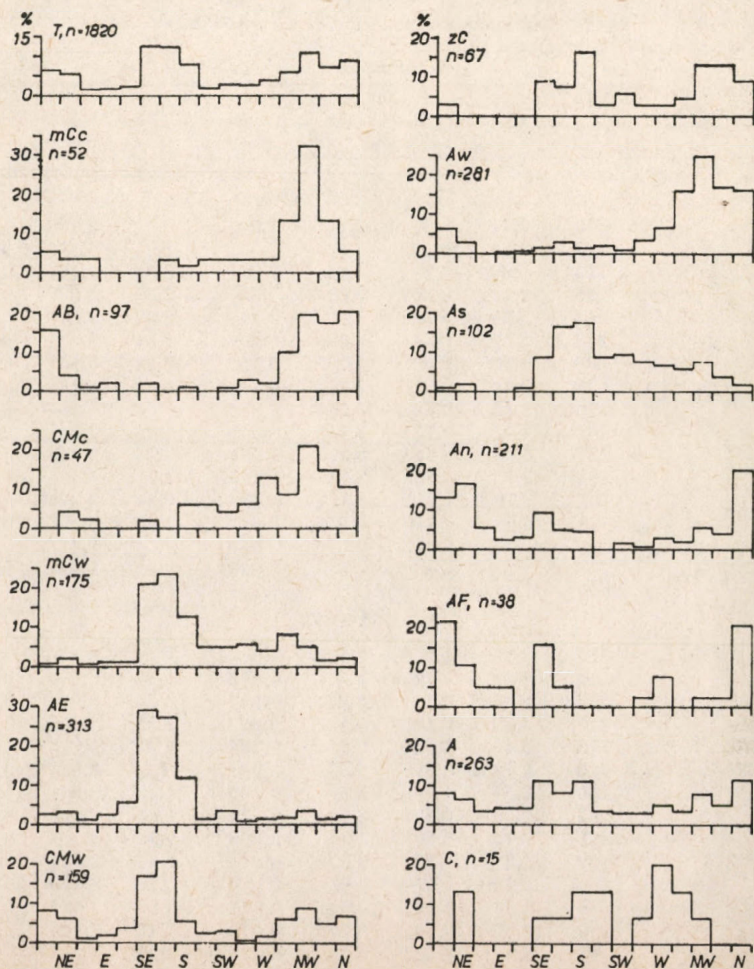
$$E = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \log_2 1/p_i \quad (\text{bit}).$$

A maximális széllokések entrópiájának számításakor  $p_i$  (a 16 szélirány közül) az  $i$ -edik szélirány relatív gyakorisága.

A továbbiakban meghatároztuk a részhalmozok szórásait és entrópiáit, s ezeket összevetettük az alapsokaságok hasonló paramétereivel.

### Eredmények

A napi hőmérsékleti anomáliák teljes populációjának terjedelme a tavaszi évszakban  $22,5^\circ\text{C}$  (1. ábra), az őszi évszakban  $21,5^\circ\text{C}$  (2. ábra). Az átmeneti évszakok alapsokaságainak tágasságai csaknem egyenlők, míg a téli és a nyári



2. ábra: Ugyanaz, mint az 1. ábra, ősszel – Fig 2. The same as Fig. 1., in autumn

évszak anomáliáinak terjedelmei jelentős mértékben különböznek egymástól (téli: 32,6 °C, nyáron: 19,2 °C). Az átmeneti évszakok populációinak terjedelmei a nyári évszakét csak 2,3, illetve 3,3 °C-kal múlják felül, míg a téli évszak anomáliáinak terjedelménél több mint 10 °C-kal kisebbek. Az 1. és 2. ábráról ezen kívül leolvashatók a Péczely-féle típusok szerint rendezett részalmazok tágasságai a tavaszi, ill., az őszi hónapokban. Eszerint tavasszal az As, C, AF, Ae és zC, ősszel a C, zC, mCc és AB helyzetekben csökken a részalmazok tágassága a teljes populációéhoz képest, ugyanakkor az mCw helyzetekben tavasszal és ősszel is elég nagy a részalmazok terjedelme.

Az alapsokaságok és a szinoptikus típusok szerint rendezett részalmazok statisztikai paramétereit az I. táblázat tartalmazza.

A tavaszi és őszi évszak anomáliáinak szórása a teljes halmazokban 3,71°, illetve 3,39°. Ezek az értékek – a terjedelmekhez hasonlóan – nagyobbak a nyári évszak és kisebbek a tél megfelelő értékeinél (2,96, ill. 4,39°), továbbá

I. TÁBLÁZAT  
A részalmazok statisztikai paramétereit

Makroszin. típus	Hőmérséklet						Szél	
	N	S	S <sub>I</sub> /S <sub>T</sub>	E	E <sub>I</sub> /E <sub>T</sub>	Átlag °C	E	E <sub>I</sub> /E <sub>T</sub>
Tavasszal								
Össz.	1840	3,71	1,0	3,921	1,0	0	3,788	1,0
mCc	118	3,16	0,853	3,57	0,91	-1,71	3,116	0,823
AB	119	2,97	0,8	3,44	0,877	-2,05	3,437	0,907
CMc	95	3,18	0,857	3,645	0,93	-2,62	3,38	0,892
mCw	244	3,29	0,888	3,69	0,941	2,02	3,675	0,97
Ae	208	3,12	0,841	3,583	0,914	2,57	3,331	0,879
CMw	188	3,53	0,951	3,732	0,952	0,63	3,647	0,963
zC	98	3,44	0,928	3,716	0,948	0,92	3,48	0,919
Aw	256	3,12	0,841	3,585	0,914	-0,85	3,28	0,866
As	52	2,9	0,781	3,346	0,853	2,06	3,551	0,937
An	237	3,86	1,041	3,926	1,001	-0,73	3,743	0,988
AF	86	3,2	0,862	3,605	0,919	-2,0	3,466	0,915
A	101	3,76	1,013	3,814	0,973	-0,34	3,814	1,007
C	38	2,88	0,776	3,379	0,862	-1,45	3,296	0,87
13 halmaz átl. súlyozott átl.	—	—	—	3,618	0,923	—	3,478	0,918
	—	—	—	3,66	0,933	—	3,497	0,923
Ősszel								
Össz.	1820	3,39	1,0	3,805	1,0	0	3,756	1,0
mCc	52	2,64	0,779	3,116	0,819	-1,34	3,154	0,84
AB	97	2,41	0,711	3,261	0,857	-2,48	3,02	0,804
CMc	47	3,03	0,892	3,12	0,82	-1,33	3,294	0,877
mCw	175	3,49	1,029	3,749	0,985	2,41	3,296	0,878
Ae	313	2,78	0,818	3,43	0,901	1,3	3,053	0,813
CMw	159	3,57	1,053	3,8	0,999	1,49	3,54	0,943
zC	67	2,79	0,822	3,324	0,874	1,51	3,268	0,87
Aw	281	2,74	0,808	3,446	0,906	-0,94	3,18	0,847
As	102	2,5	0,737	3,272	0,86	1,05	3,437	0,915
An	211	3,25	0,959	3,65	0,959	-0,72	3,475	0,925
AF	38	4,06	1,197	3,544	0,931	-2,36	3,083	0,821
A	263	3,27	0,965	3,703	0,973	-1,49	3,846	1,024
C	15	2,3	0,677	2,606	0,685	-0,65	3,057	0,814
13 halmaz átl. súlyozott átl.	—	—	—	3,386	0,89	—	3,285	0,875
	—	—	—	3,517	0,924	—	3,34	0,889

kisebb mértékben különböznek egymástól, mint a téli és a nyári anomáliák szóráseitól.

A halmazok szórása és entrópiája között szoros kapcsolat mutatkozik mind az átmeneti évszakokban, mind a tél és nyár esetében. A korreláció szorossága a tavaszi és az őszi évszakra együttesen (az alapsokaságok paramétereit is beleszámítva) 0,8270, a négy évszakra pedig 0,8344. A tavaszi és őszi évszak anomáliáinak közös regressziós egyenlete:

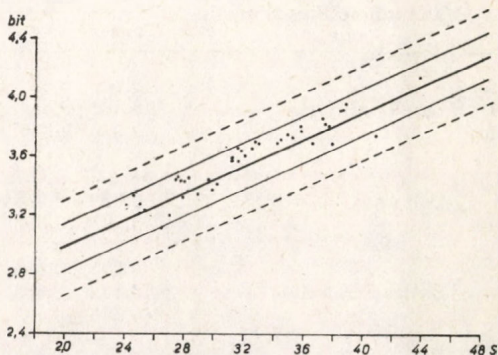
$$E = 1,816 + 0,5420 \cdot S,$$

a négy évszak együttesére kapott regressziós egyenlet:

$$E = 2,060 + 0,4602 \cdot S,$$

ahol  $E$  az entrópia,  $S$  a szórás.

3. ábra: A napi hőmérsékleti anomáliák szórása és entrópiája közötti kapcsolat a négy évszakban együttesen — Fig. 3. Relationship between the standard deviations and entropies of the daily temperature anomalies, in four seasons combined



A négy évszakra meghatározott regressziós egyenest és a Shannon-entrópia körülötte szóródó értékeit a 3. ábra szemlélteti. Az ábrán feltüntettük a 0,5 és 1,0 szórásnival jellemzett párhuzamos egyeneseket is. (Az entrópia szórása 0,3196 bit.) Megállapítható, hogy a halmazok entrópia értékeinek zöme, 56 halmazból 46 halmaz entrópiája, a regressziós egyenestől fél szórásnival távolságon belül található, egy szórásnival távolabbra pedig csak 3 halmaz entrópiája kerül. A három utóbbi halmaz entrópiája a regressziós egyenes „alatt” helyezkedik el, s mindhárom halmaznak nagyon csekély a számossága.

A várakozásnak megfelelően a Péczely-féle típusok szerint rendezett hőmérsékleti adatok szórása ( $S_i$ ) és entrópiája ( $E_i$ ) általában csökken a tavaszi és őszi alapsokaság szórásához ( $S_T$ ), illetve entrópiájához ( $E_T$ ) képest, mint ahogy hasonló elrendeződés mutatkozik a téli és nyári évszakok hőmérsékleti adataiban is. A részhalmazok szórását és entrópiáját az alapsokaság hasonló paramétereiben, mint egységben fejezik ki az  $S_i/S_T$  és az  $E_i/E_T$  hányadosok.

Az I. táblázatban a részhalmazok entrópiáinak átlagát és a halmazok számossága szerint súlyozott átlagát is feltüntettük. Az alapsokaság entrópiájának és a részhalmazok súlyozott átlagának különbsége fejezi ki a bizonytalanságnak az évszak folyamán várható csökkenését, a makroszoptikus helyzet ismeretében. Amint a II. táblázat adataiból kitűnik, a bizonytalanság csökkenése a napi hőmérsékleteket illetően tavasszal 0,261, ősszel 0,288 bit, míg a maximális szellőkés irányát illetően tavasszal 0,292, ősszel 0,417 bit. A számítást a téli és a nyári évszakra is elvégezve azt kaptuk, hogy a hőmérséklet várható napi anomáliájának bizonytalansága a makroszoptikus helyzet ismeretében 0,338, illetve 0,334 bittel csökken. A napi hőmérséklet meghatározásának bizonyta-

lansága tehát télen és nyáron valamivel nagyobb mértékben csökken, mint az átmeneti évszakokban. Ezekben a csekély különbségekben annak a körülménynek hatása mutatkozik meg, hogy egyes makroszinoptikus helyzetekben a napi hőmérsékleti anomáliák az átmeneti évszakok hónapjaiban nagyobb mértékben különböznek egymástól, mint a téli, ill. nyári hónapokban (Péczely, 1961).

Az entrópia-csökkenést úgy is értelmezhetjük, mint a makroszinoptikus helyzetek ismeretében az éghajlati ismereteinkhez képest szerzett információ-nyereséget. Az entrópia-csökkenés és az információ-nyereség kifejezéseket ezért a továbbiakban fölváltva használjuk.

II. TÁBLÁZAT  
Entrópia-csökkenés ( $\Delta E$ ) bitekben

Makroszinoptikus típus	Hőmérséklet				Szél			
	Tavaszi	Ősz	Tél	Nyár	Tavaszi	Ősz	Tél	Nyár
mCc	0,351	0,69	0,447	0,295	0,672	0,599	0,63	0,654
AB Északi irányítás	0,481	0,544	0,405	0,197	0,35	0,735	0,37	0,507
CMc	0,276	0,686	0,45	0,448	0,408	0,462	0,37	0,702
mCw	0,232	0,057	0,315	0,466	0,114	0,46	0,406	0,21
Ae Déli irányítás	0,338	0,375	0,23	0,574	0,457	0,703	0,73	0,265
CMw	0,19	0,005	0,19	0,285	0,142	0,216	0,298	0,057
zC	0,205	0,481	0,708	0,41	0,309	0,488	0,258	0,218
Aw Nyugati irányítás	0,336	0,353	0,453	0,2	0,509	0,576	0,398	0,524
As	0,576	0,534	0,363	0,236	0,237	0,319	0,362	0,347
An Keleti irányítás	-0,005	0,155	0,281	0,306	0,045	0,282	0,34	0,078
AF	0,316	0,261	0,689	0,434	0,323	0,674	0,944	0,26
A Centrális	0,107	0,102	0,064	0,397	-0,026	-0,089	0,112	0,01
C	0,542	1,199	1,655	0,44	0,492	0,699	0,642	0,56
Átlag	0,303	0,419	0,481	0,361	0,31	0,471	0,451	0,222
Súlyozott átlag	0,261	0,288	0,338	0,334	0,292	0,417	0,425	0,312

Nagy valószínűséggel feltételezhető, hogy az egyes hónapokra képezett részhalmazokban a bizonytalanság nagyobb mértékben csökken – még télen és nyáron is –, mint az egész évszakokat felölelő részhalmazokban. Ha azonban a makroszinoptikus helyzetek szerint rendezett részhalmazokat havonta állítanánk elő, a halmazok számossága az évszakos halmazokéhoz képest átlagosan a harmadára csökkenne, ezáltal alkalmatlanokká válnának a Shannon-entrópia meghatározására. A megfelelő esetszám elérése ugyan elérhető lenne az idősor meghosszabbításával, ez a módszer azonban a szegedi adatokat illetően nem megengedhető, mert a szegedi meteorológiai állomás helyváltoztatása miatt a napi adatok 1961-től kezdődő sora a korábbi adatokkal nem homogén.

Mindamellettt mutatkozik egy bizonyos – évszakonként változó és korántsem szigorú – szabályszerűség az információ-nyereségnek részhalmazok szerinti eloszlásában.

Az információ-nyereségnek a tavaszi, őszi és téli évszakban közös sajátossága az, hogy a legkisebb nyereséget adó részhalmazok mindhárom évszakban többékevésbé ugyanahhoz a Péczely-féle típushoz tartoznak. Négy olyan típus van, amelynek részhalmazai az információ-nyereség mindhárom évszakban az utolsó öt hely valamelyikén található: az A, An, CMw és mCw helyzetek, ezek

közül az An-helyzet tavaszi részalmazának entrópiája még növekedett is a teljes populáció entrópiájához képest, azaz az információ-nyereség ( $\Delta E$ ) csekély negatív értékű.

A legnagyobb információ-nyereséget illetően közös vonás, hogy a C-helyzetekben a nyereség valamennyi évszakban a legnagyobbak közé tartozik a részalmazok között, ősszel és télen pedig a hőmérsékletet tekintve, kiugróan nagy értékkel az első helyen áll. A C-típusok halmazainak csekély számossága miatt ugyan ezeknek a nagy értékeknek realitása megnyugtató módon nem ítéltető meg, ismervén azonban e típus klimatológiai jellemzőit, nem valószínű hogy nagyobb esetszám feldolgozásakor lényegesen különböző Shannon-entrópiát kapnánk.

A tavaszi populációt jellemzi az, hogy nagy információ-nyereségek főleg *anticiklonális helyzetekben* mutatkoznak – kivéve természetesen az éppen legkisebb nyereséget mutató A- és An-helyzeteket. Az As-helyzetben az entrópia csökkenése még a C-helyzet hasonló értékénél is nagyobb.

Az őszi populációban a C-helyzet után a legnagyobb információ-nyereséget az *északi irányítású helyzetek* halmazai adják, nagyság szerinti sorrendben: az mCc-, CMc- és AB-helyzetek. Utánuk viszonylag csekély különbséggel a nyugati irányítású helyzetek következnek.

A téli évszakban is viszonylag nagy, és értékük szerint csaknem egyenlő információ-nyereséggel számolhatunk a három *északi irányítású helyzet* részalmazáiban: a  $\Delta E$  nagyság szerinti sorrendjében a 4–6. helyet foglalják el. A sorrendben őket megelőző három halmaz típusai viszont nem alkotnak egységes csoportot. A C-helyzet után a *legnagyobb információ-nyereséget a nyugati irányítású ciklonális cZ-helyzet* részalmazá hozza. Ezt követi a keleti irányítású *AF-helyzet*, majd a nyugati irányítású anticiklonális *Aw-helyzet*.

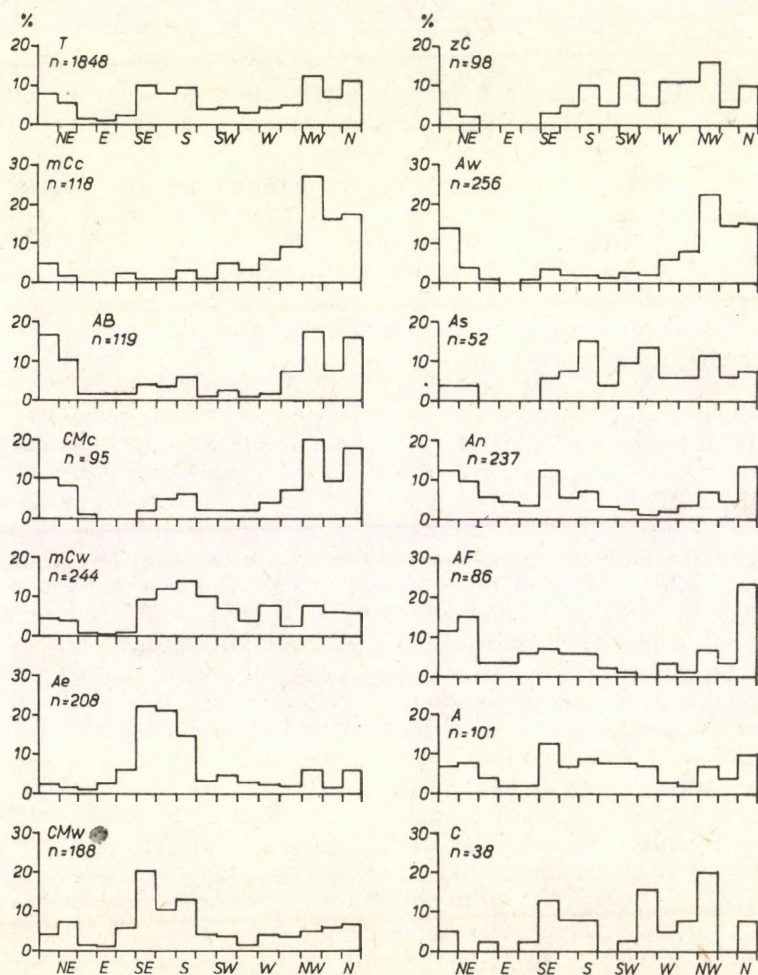
Az A, An, mCw és CMw részalmazok közül, amelyek az év nagy részében a legkisebb információ-nyereséget szolgáltatják, a nyári évszakban egyedül a CMw-helyzet tartozik a legkisebb entrópia-csökkenést mutató halmazok közé. Ugyanakkor a CMw-halmaz  $\Delta E$  értéke a négy évszak közül éppen a nyári évszakban a legnagyobb. Az említett négy típus közül az mCw-helyzet részalmazá nyáron a 13 részalmaz közül csaknem a legnagyobb információ-nyereséget adja; egyedül az Ae-helyzet halmazának entrópia-csökkenése előzi meg, míg ugyanez az Ae-helyzet télen a legkisebb  $\Delta E$  értéket szolgáltatja a fentebb említett négy típus halmazai mellett. Nyáron az A és az An típusok halmazai sem tartoznak a legkisebb információ-nyereséget adó halmazok közé. Ugyanakkor az A és az An típusok halmazai a legnagyobb bizonytalanság-csökkenést a négy évszak közül a nyári évszakban eredményezik.

A bizonytalanság-csökkenés részalmazok szerint és évszakonként különböző eloszlása nyilvánvalóan kapcsolatban van a részalmazokat meghatározó Péczely-féle makroszinoptikus típusok éghajlati jellemzőivel (Péczely, 1961). Az e téren rendelkezésünkre álló adatok nagy segítséget jelentenek az egyes összefüggések felderítésében. Például az A-helyzet téli és nyári halmazáiban számítható entrópia-csökkenés különbözősége részben a derült és borult napoknak e helyzetben télen és nyáron mutatkozó gyakoriságával magyarázható. mégis az információ-nyereség részalmazonkénti eloszlásának csak valamennyire is részletes oknyomozását az idézett munka sem teszi lehetővé.

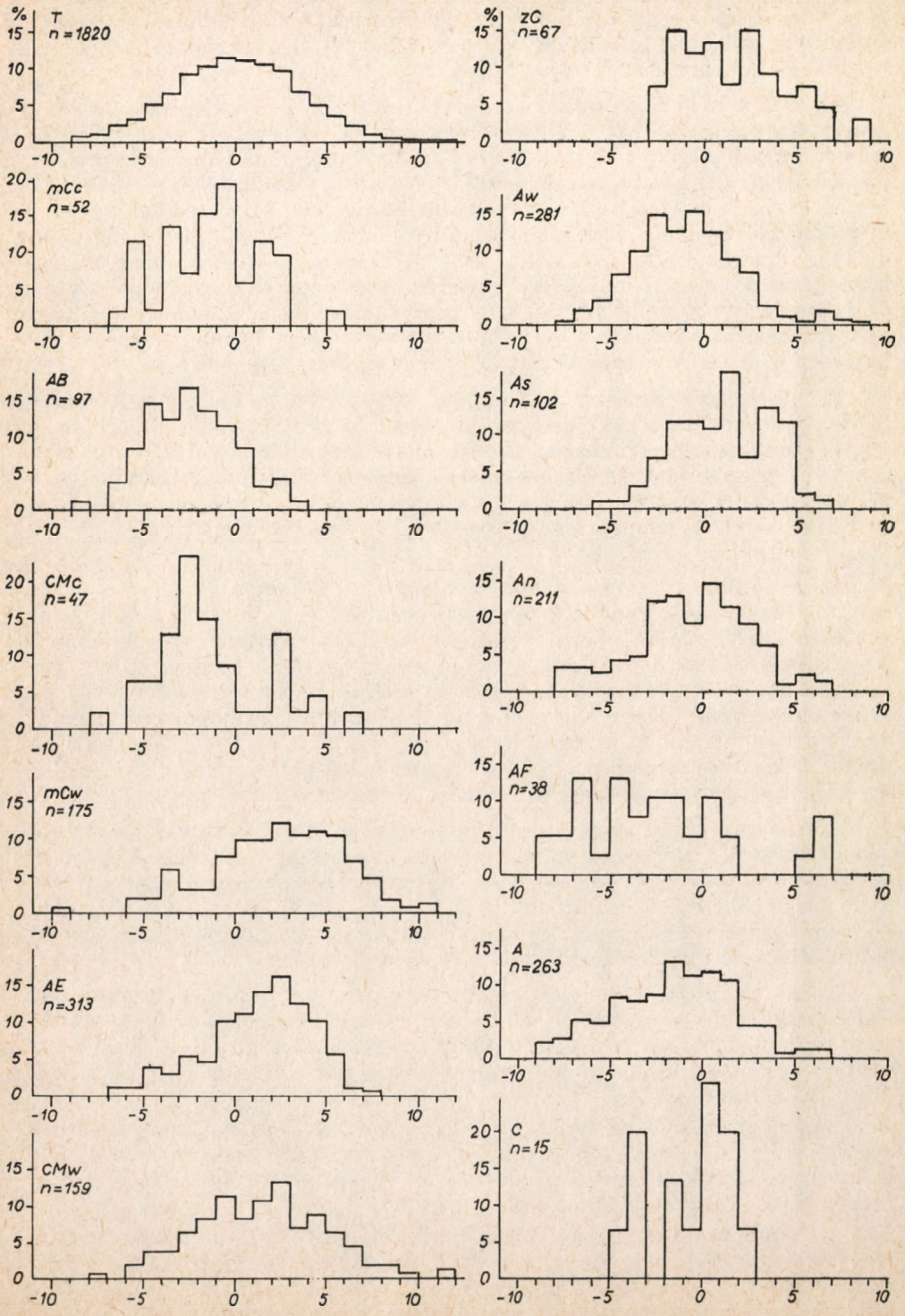
A tavaszi és az őszi évszak napi maximális szellőkései irányainak makroszinoptikus helyzetek szerint rendezett gyakoriságai eloszlásait a 4. és 5. ábra tünteti fel hisztogram formájában. A teljes populációk és részalmazáik entrópiáit ( $E_T$ , ill.  $E_1$ ), valamint a részalmazok entrópiáinak az alapsokaság entró-

piájában, mint egységben kifejezett értékeit ( $E_1/E_T$ ) az I. táblázat, a teljes populációk és részhalmazaik entrópiáinak különbségeit pedig a II. táblázat mutatja be. Ugyanezen táblázatban a részhalmazok entrópia-csökkenésének átlagát, valamint az esetszám szerint súlyozott átlagát is feltüntettük.

Megállapítható, hogy a részhalmazok képzésével kapott entrópia-csökkenés a részhalmazok súlyozott átlaga szerint télen (0,425 bit) és ősszel (0,417 bit) a legnagyobb s a két évszakban csaknem egyenlő. Az információ-nyereség tavaszi és nyári értékei (0,292, ill. 0,312 bit) egy-két tized bittel kisebbek, és az őszi-téli értékekhez hasonlóan csekély mértékben különböznek egymástól. A szélirányok részhalmazaiiban a súlyozott átlagok szerint elért információ-nyereség tavasszal, ősszel és télen nagyobb, mint a napi középhőmérsékletek részhalmazaiiban elért nyereség, nyáron viszont a hőmérséklet részhalmazaira



4. ábra: A napi maximális szélleőkések irányának relatív gyakorisági eloszlása a teljes populációban (T) és az egyes Péczy-típusokban, tavasszal — Fig. 4. The distribution of relative frequencies of direction of daily wind gusts in the complete population (T) and in different Péczy-types, in spring



5. ábra: Ugyanaz, mint a 4. ábra, ősszel — Fig. 4. The same as Fig 4., in autumn

kapott nyereség a nagyobb, bár csak csekély értékkel (0,022 bit), míg ősszel a szélirányokra kapott információ-nyereség 0,129 bittel nagyobb a hőmérséklet hasonló paraméterénél.

Miként a napi hőmérsékletek részhalmazaiiban, a maximális széllokések irányai részhalmazainak információ-nyereségeiben is mutatkoznak bizonyos jellemző sajátosságok. Ugyanaz a négy makroszinoptikus típus, amely a hőmérsékletben a legkisebb entrópia-csökkenést adta, a szélirányok részhalmazai között is a  $\Delta E$  nagysága szerint rendezett sorrendben az utolsó helyek valamelyikén áll. Ezek a típusok az mCw, CMw, An és A. Közülük az A-helyzetet illetően nem is beszélhetünk információ-nyereségről, csak télen, mivel a többi három évszakban az A-helyzet halmazaiiban az entrópia, ha csekély mértékben is, de még nagyobb, mint az évszak teljes populációjában. Ez könnyen érthető, ha meggondoljuk, hogy az A-helyzetben egy anticiklon centrum helyezkedik el hazánk fölött, ezért a szél általában gyenge, irányja pedig változó.

A másik centrális típus a C-helyzet, azaz ciklon centrum Magyarország fölött. Mint azt korábbi vizsgálatok kimutatták (*Péczely*, 1957), az A-helyzet relatív szélesebbesége az ország 28 állomásán kivétel nélkül egynél kisebb, míg a C-helyzetekben a relatív szélesebbesség az állomások túlnyomó többségében egynél nagyobb. (A relatív szélesebbesség a részhalmazra és a teljes populációra kapott átlagos sebesség hányadosa.) Szegeden A-helyzetben a relatív szélesebbesség 0,41, C-helyzetben 1,45.

Ez a körülmény magyarázatul szolgálhat arra, hogy a C-helyzetekben a szélirányok lényegesen nagyobb rendezettségét mutatnak, mint az A-helyzetekben. Sőt, a többi részhalmazzal összehasonlítva, a C-helyzetre kapott entrópia-csökkenés (II. táblázat  $\Delta E$  értékei) valamennyi évszakban igen jelentős: 0,492 és 0,699 bit között változik. Az uralkodó szélirány többnyire a NW, WNW, WSW illetve a SE, SSW és S. Az előbbi három szélirány megfelel a ciklon hát-, illetve déli oldalának, az utóbbi három pedig leginkább a ciklon előoldalára jellemző. Tekintettel arra hogy Szeged az ország déli határán fekszik, a szélirányok illetén gyakorisága szinoptikailag jól értelmezhető a C-helyzetekben.

A szélirányok legnagyobb fokú rendeződése az *északi irányítású* helyzetekben mutatkozik: tavasszal az mCc-, ősszel pedig kiugró mértékben az AB-helyzetekben. Az mCc-helyzetekben a leggyakoribb szélirányok a NW, NNW és N. Az AB-helyzetekben az uralkodó szélirány a N, NNW, NW és NNE. Ugyanakkor ezekben a makroszinoptikus helyzetekben csaknem teljesen hiányoznak a keleti és déli szektorhoz tartozó szélirányok.

A *déli irányítású* helyzetek közül az Ae-típusban találjuk a szélirányok leghatározottabb rendeződését, különösen az őszi hónapokban. Az uralkodó szélirány a 313 őszi esetben a SE (29,1%) és a SSE (27,2%), míg a tavaszi 208 esetben valamivel kisebb gyakorisággal ugyancsak a SE (22,6%) és a SSE (21,2%) szélirány dominál.

A *nyugati irányítású* makroszinoptikus helyzetek közül az Aw-típus mutat nagyfokú rendeződést a szélirányokban. Tavasszal a 256 esetet számláló részhalmazban a NW szélirány az uralkodó (22,7%), míg a 281 őszi esetben ugyancsak a NW a leggyakoribb szélirány (24,9%).

A *keleti irányítású* típusok között az AF-helyzetben a szélirányok rendezettsége lényegesen nagyobb, mint az An-helyzetekben. Az AF-típushoz tartozó részhalmazok uralkodó széliránya tavasszal a N és NE (23,2%, ill. 15,1%), ősszel a N és NNE (mindkettő 20,4% relatív gyakorisággal).

### *Következtetések*

A Magyarország-központú Péczely-féle makroszinoptikus helyzetek valamennyi évszakban kisebb-nagyobb mértékben hozzájárulnak a napi hőmérsékletek és szélirányok rendeződéséhez. Ezt igazolja a szegedi meteorológiai állomás mérésadataira elvégzett és immár két tanulmányunkban összefoglalt vizsgálat is. Az említett időjárási adatok statisztikai entrópiája az éghajlati mintavételével összehasonlítva a makroszinoptikus helyzetekben csökken. A csökkenés súlyozott átlaga a hőmérséklet esetében 0,261 és 0,288 bit, a szélirány esetében 0,292 és 0,417 bit között változik. Mivel a statisztikai entrópia a bizonytalanság mértékéül is szolgál, a makroszinoptikus helyzetek figyelembevételével az időjárási elemekre adott becslésünk bizonytalansága is csökkenthető. A statisztikai entrópia és a szórás között szoros kapcsolatot mutattunk ki.

### IRODALOM

- Koppány, Gy. és Kiss, A.*, 1985: A hőmérséklet és a szélirány változékonysága Szegeden a Péczely-féle makroszinoptikus helyzetekben. *Időjárás* 89, 269–277.
- Péczely, Gy.*, 1957: Áramlási viszonyok Magyarországon különböző makroszinoptikus helyzetekben. *Időjárás* 61, 408–419.
- Péczely, Gy.*, 1961: Magyarország makroszinoptikus helyzeteinek éghajlati jellemzése. *Az OMI Kisebb Kiadványai*, 32. sz.
-

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 91. évf. 1. szám, 1987. január – február  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service. Vol. 91. No 1. Jan. – Feb. 1987. Budapest*

## A meteorológiai elemek évi menetének felhasználása a globális klímaváltozás regionális sajátosságainak becslésére

MIKA JÁNOS, Központi Légekfizikai Intézet, H-1675 Budapest, Pf. 39.

*Application of the annual cycle of meteorological elements to estimate the regional properties of global climate change.* The annual cycle of the meteorological elements derived from climatological monthly mean values is applied as an analogue to climate change caused by the probable intensification of greenhouse effect in the atmosphere. The 22 groups consisted of four different months approximately fulfilling the thermal equilibrium of the atmosphere and the absence of definite direction of ocean-atmosphere heat exchange make the estimation of regional properties in the Carpathian Basin possible in the case of a global climate change as great as  $\pm 2\text{K}$ . The local characteristics of temperature, relative humidity and cloudiness follow the hemispheric changes by a linear law in a good approximation. The zonal changes of temperature in the whole hemisphere and that of cloudiness on the high and tropical latitudes show a linear dependence on hemispheric mean temperature with a positive sign in the regression coefficients. Although between the  $30^\circ$  and  $40^\circ$  latitudes an increase in the mean hemispheric temperature corresponds to a decrease in cloudiness. By our method the precipitation in the Carpathian Basin follows a special function with more possible values as the mean hemispheric temperature changes. This more than one modal behaviour of the precipitation is confirmed by the frequency histogram of the real yearly means of precipitation.

✱

*A meteorológiai elemek évi menetének felhasználása a globális klímaváltozás regionális sajátosságainak becslésére.* A dolgozatban a meteorológiai elemek havi átlagaiban megmutatózó évi menetet alkalmazzuk a légkör üvegház-hatásának várható erősödésével összefüggő globális klímaváltozás analógiaként. A légkör termikus egyensúlyát és az óceán-légkör kölcsönhatás hiányát feltételező 22 hónap-négyes hemiszférikus átlaghőmérséklete a változások  $\pm 2$  fokos tartományán teszi lehetővé a Kárpát-medencében megjelenő sajátosságok becslését. A hőmérséklet, a relatív nedvesség és a felhőzet lokális jellemzői jó közelítéssel lineárisan követik a hemiszférikus változásokat. A hőmérséklet zonális átlagai a teljes északi féltekén, a felhőzeté a magas és a trópusi szélességeken pozitív előjellel lineárisan követik a hemiszférikus átlaghőmérséklet változásait, a  $30.$  és  $40.$  szélesség között ugyanakkor növekvő hőmérséklethez a felhőzet csökkenése tartozik. A Kárpát-medence csapadéka a választott módszerrel sajátos többértékű függvényként követi a hemiszférikus átlaghőmérséklet változásait. A csapadék e több-módusú viselkedését a tényleges évi csapadékösszegek gyakorisági eloszlása is megerősíti.

✱

*Bevezetés.* A Föld éghajlatának antropogén módosulása egyre időszerűbb tudományos probléma. Homogén mérési sorozatokkal igazolt tény, hogy a légkör szén-dioxid tartalma 1958 óta folyamatosan nő. Egyedi koncentráció mérések, ipari szén-kibocsátási adatok és a bioszféra ritkulása alapján egybehangzó szakértői vélemény, hogy a levegő  $\text{CO}_2$ -tartalma az ipari forradalom előtt  $260\text{--}280$  ppm volt, szemben a rendszeres mérések megindulásakor jellemző  $315$ , illetve az 1980-as évek elején elért  $340$  ppm koncentrációval. Nagyszámú modellkísérlet, paleoklimatológiai rekonstrukció és más empirikus

megfontolások alapján igen valószínű, hogy a CO<sub>2</sub>-koncentráció megduplázódása esetén a Föld egyensúlyi átlaghőmérséklete 2–4 fokkal emelkedne. Vitatott, hogy milyen ütemű lesz a koncentráció emelkedése, pontosan mekkora az egyes koncentrációkhoz tartozó egyensúlyi hőmérséklet, a világoceán nagy hőkapacitása milyen ütemben késlelteti a melegedést a sugárzási egyensúlyhoz képest, mekkora lesz a többi gáz (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, klór-fluórkarbonok stb.) szerepe az üvegház-hatás erősödésében, várható-e egyirányú változás a légkör aeroszol-tartalmában, és ez milyen irányban és nagyságrendben módosítja a melegedés trendjét stb.

Mindezen problémák ellenére az elmúlt években több kísérlet történt a globális változások regionális sajátosságainak feltárására is. A vizsgálati módszerek három nagy csoportba oszthatók:

- az általános cirkulációs modellek háromdimenziós output-mezőinek elemzése (másodfajú prognózisok);
- paleoklimatológiai rekonstrukció (interglaciális optimumok összevetése a jelen állapottal);
- műszeres idősorokból származtatott adategyüttesek összevetése (legmelegebb, ill. leghidegebb évek, kvázi-egyensúlyi időszakok stb.).

Ha a klímaváltozások regionális előrejelzését kétlépcsős feladatnak tekintjük, ahol az elsőt a globális (hemiszférikus) átlaghőmérséklet – mint legjobban kezelhető változó – időbeli alakulásának az előrejelzése jelenti, akkor a második lépcső az egyes globális átlaghőmérsékletekhez tartozó regionális elemegyüttesek megadása. E lépcsőben a fenti módszerekkel egyelőre csak az egyensúlyi kapcsolatok becslésére van mód, mivel a változások egymásutánjának pontos ismétlődése igen ritka esemény a földtörténetben. A fenti módszerek mellett egy további lehetőség a meteorológiai elemek évi menetének felhasználása, amelynek során azonban az egyensúlyi jelleg biztosítása nem kis gondot okoz, kivált ha több, a jelenlegitől eltérő klímához keresünk analógot. A nem egyensúlyi állapotoknak egyensúlyi analóggént történő interpretálása – például *Idso* (1980) munkáiban – az éghajlat globális érzékenységének nagyságrendi alábecslésére vezetett.

### 1. Az egyensúlyi hónap-negyesek

A Föld-légkör rendszer termikus állapotváltozásait a légoszlop hőmérséklet-változásainak arányos voltára tett bizonyos megszorításokkal a

$$q \frac{dT}{dt} = S - L + R \quad (1)$$

egyenlet írja le, ahol  $q$  a légkör integrált termikus tehetetlensége,  $T$  a 2 méteres szinten mért hőmérséklet,  $S$  és  $L$  a rendszer rövid-, ill. hosszúhullámú sugárzási mérlege, továbbá  $R$  a felszín és a légkör közötti hőcsere. Stacionárius egyensúlyban 1.  $dT/dt = 0$  és 2.  $R = 0$ , ezért az évi menet egyes szakaszait is e két követelmény szem előtt tartásával kell kiválasztanunk. *Budiko* és *Efimova* (1984) e feladatot úgy oldotta meg, hogy átlagolták a márciusról áprilisa, illetve a szeptemberről októberre végbemenő változásokat. Így meteorológiai elemenként egy-egy számpárt kaptak a globális (hemiszférikus) és a regionális (övezeti átlag) változásokra. Ha biztosak lehetnének a lokális/regionális meteorológiai elemek és a globális átlaghőmérséklet közötti kapcsolat lineáris voltában, legalább az 1–2 fokos globális

klímaváltozás tartományán belül, akkor e megoldás interpolálás és extrapolálás útján kielégítő is lenne. Mivel azonban e kapcsolatokat *a priori* nem ismerjük, több globális-lokális adatpárra van szükség. Ennek érdekében a hónap-párosok helyett hónap-négyeseket képeztünk. Az első követelményt közelítőleg úgy biztosítottuk, hogy minden évszaktól pontosan egy hónapot választottunk. (A  $dT/dt=0$  követelmény szigorúbb betartása — a 4 hónap átlagában értve — nagyon leszűkítette volna a vizsgálható hőmérsékleti tartományt). E 81 db hónap-négyes közül 22 olyan választható ki, amelyre az  $R=0$  követelmény  $\pm 4 \text{ W/m}^2$  hibával teljesül (I. táblázat).

#### I. TÁBLÁZAT

*Az egyensúlyi hónap-négyesek, hemiszférikus átlaghőmérsékleteik és az egyes hónapok felhasználásának száma*

XI.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	$T_{(\text{hemiszt.})}$
	+		+				+	+			+	13,05
+			+								+	13,48
	+			+				+			+	13,89
+			+			+				+		14,10
	+		+					+		+		14,10
		+	+					+		+		14,23
+				+				+			+	14,32
	+		+		+			+			+	14,92
+			+				+		+			14,93
+			+			+			+			14,94
+				+		+				+		14,94
	+			+			+			+		15,06
		+	+					+	+			15,07
	+				+	+				+		15,42
+				+		+			+			15,77
	+			+				+	+			15,77
		+		+				+	+			15,90
		+			+		+			+		15,97
	+				+	+			+			16,24
+					+	+			+			16,61
		+			+		+		+			16,80
7	8	7	8	8	6	7	8	7	9	8	5	

A felszín-légkör hőcsere sokévi átlagainak számítása (1) alapján a következőképpen történt:

1. *Crutcher* és *Meserve* nyomán (*Golitsyn*, 1983) a havi középhőmérséklet hemiszférikus sokévi átlagaiból minden hónapra előállítottuk  $dT/dt$  közelítő értékeit. A  $q=2,5 \text{ W év m}^{-2} \text{ K}^{-2}$  érték esetén így előáll (1) bal oldala (*Vinnikov* és *Grojszman*, 1981).

2. *Ellis* és *Vonder Haar* adatai nyomán (*Kondratyev*, 1980), valamint *Major* et al. (1982) adataiból minden hónapra előállítottuk  $S$  és  $L$  sokévi hemiszférikus átlagainak.

3.  $R$  ezek után az (1) maradéktagjaként állt rendelkezésünkre.\*

Az éghajlati elemek évi átlagainak regionális (a Kárpát-medencére vonatkozó) és globális (hemiszférikus) egyensúlyi változásai közötti kapcsolatot a

\* Az eredményeket *Pálvölgyi Tamás* bocsátotta rendelkezésemre.

továbbiakban e 22 hónap-négyes segítségével keressük. Minden ilyen hónap-négyest egy-egy egyensúlyi klíma analógiának fogunk fel, minthogy a hemiszférikus átlaghőmérsékletre közelítőleg teljesül az egyensúly 1. és 2. feltétele. A kapcsolat független változója a négy hónap hemiszférikus átlaghőmérséklete, függő változója pedig egy-egy magyarországi állomás valamely éghajlati elemének ugyancsak 4 havi átlaga, minden átlagot sokévi átlagnak értve. A kapcsolatot először az  $y = A + BT$  lineáris regresszió alakjában keressük, s mint az alábbiakból kitűnik, ez az egyszerű alak többnyire kielégítően leírja a  $\pm 2$  fokos változások tartományát.

## II. TÁBLÁZAT

*Lineáris kapcsolatok a magyarországi (y) és a hemiszférikus (T) jellemzők között*

$y = A + BT$	Hőmérséklet °C			14 <sup>h</sup> relatív nedv. %			Borultság %			1 - rel.napfénytart. %		
	$\bar{y}$	B	$\pm 2\sigma_B$	$\bar{y}$	B	$\pm 2\sigma_B$	$\bar{y}$	B	$\pm 2\sigma_B$	$\bar{y}$	B	$\pm 2\sigma_B$
429 Magyaróvár	9,7	1,56	$\pm 0,03$	60	-1,8	$\pm 0,3$	61	-2,2	$\pm 0,8$	60	-3,1	$\pm 0,7$
774 Zalaegerszeg	10,2	1,53	$\pm 0,03$	62	-1,7	$\pm 0,5$	58	-2,1	$\pm 0,9$	62	-2,1	$\pm 0,7$
195 Esztergom	10,6	1,61	$\pm 0,02$	57	-2,1	$\pm 0,7$	54	-2,1	$\pm 1,0$	59	-3,4	$\pm 0,7$
404 Kunszentmiklós	10,5	1,65	$\pm 0,02$	58	-2,5	$\pm 0,6$	57	-2,2	$\pm 1,0$	57	-3,4	$\pm 0,7$
33 Baja	10,8	1,63	$\pm 0,03$	60	-2,7	$\pm 0,7$	56	-1,9	$\pm 0,9$	59	-3,3	$\pm 0,8$
380 Kompolt	10,1	1,73	$\pm 0,04$	59	-2,3	$\pm 0,7$	55	-2,0	$\pm 0,9$	58	-3,2	$\pm 0,7$
737 Túrkeve	10,4	1,70	$\pm 0,02$	58	-2,5	$\pm 0,7$	54	-2,4	$\pm 0,9$	56	-3,5	$\pm 0,6$
654 Szeged	11,3	1,62	$\pm 0,03$	58	-2,8	$\pm 0,5$	56	-2,3	$\pm 1,0$	56	-3,5	$\pm 0,6$
529 Nyíregyháza	9,7	1,70	$\pm 0,04$	62	-2,5	$\pm 0,6$	56	-1,8	$\pm 0,9^*$	58	-3,0	$\pm 0,6$
Országos átlag (9 áll.)	10,4	1,64	$\pm 0,02$	59	-2,4	$\pm 0,6$	56	-2,2	$\pm 0,9$	58	-3,3	$\pm 0,7$
Balaton	11,0	1,69	$\pm 0,08$	62	-1,8	$\pm 0,6$	60	-2,4	$\pm 0,9$	58	-3,3	$\pm 0,7$
r korrelációs együttható	0,994	-0,9996		-0,766	-		-0,649	-		-0,778	-	
				-0,936			-0,768			-0,923		

A számításokhoz szükséges magyarországi sokévi átlagokat a *Magyarország Éghajlati Atlasza II., Adattár* c. kiadványból vettük. Az ország közel egyenletes, de geográfiai részletekbe nem menő fedése érdekében 9 éghajlati állomást választottunk. Mivel az egyes éghajlati elemek és a hemiszférikus átlag kapcsolatát jellemző regressziós együtthatókban egyértelmű észak-déli, illetve kelet-nyugati irányú eltérés a 9 állomás alapján nem mutatkozott, az eredményeket táblázatosan jelenítjük meg. E táblázatokban szerepel még a 9 állomás alapján képzett országos átlag, valamint a Balaton-környéki állomások átlagolásával előállított balatoni átlag (*Béll* és *Takács*, 1974).

## 2. Eredmények

A II. táblázatban rendre a napi középhőmérséklet, a 14 órai relatív nedvesség, a hagyományos (nappali) borultság és a relatív napfénytartamból számított nappali borultság állomásonkénti átlagértékei, illetve a hemiszférikus hőmérséklet-változással összefüggő megváltozásai szerepelnek a 22 adatpár alapján. A regressziós együttható bizonytalanságát jellemző  $2\sigma_B$  érték

\* E kapcsolat 1%-os szinten szignifikáns, a többi 0,1%-on is.

96%-os konfidencia-intervallumnak felel meg (Ezekiel és Fox, 1970). A bemutatott kapcsolatok 0,1%-os szinten szignifikánsak (egyetlen, csillaggal jelölt eset kivételével).

A magyarországi hőmérséklet 1,5–1,7-szeresen múlja felül a hemiszférikus átlag változásait. E számérték lényegesen nagyobb, mint a kvázi-egyensúlyi időszakok módszerével nyert korábbi 0,8–1,2-szeres becslés (Boncz és Mika, 1984). Az eltérés okát ez idő szerint nem ismerjük. Az értékek nyugatról keletre és délről észak felé haladva kissé emelkednek.

### III. TÁBLÁZAT

A hőmérséklet és a nappali felhőzet övezetes átlagainak ( $y$ ) kapcsolata a hemiszférikus átlag-hőmérséklettel ( $T$ ). ( $P$  ( $r=0$ ) annak valószínűsége, hogy a tényleges korrelációs együttható zérus.)

$y = A + BT$	Hőmérséklet °C								
	90	80	70	60	50	40	30	20	10°N
$\bar{y}$	-19,2	-15,3	-9,0	-0,4	5,7	14,8	21,6	26,0	26,9
$B$	2,79	2,61	2,49	2,02	1,65	1,16	0,86	0,48	0,09
$2\sigma_B$	0,22	0,19	0,08	0,11	0,05	0,11	0,08	0,12	0,06
$r$	0,984	0,986	0,997	0,992	0,997	0,974	0,976	0,868	0,494
$P$ ( $r=0$ )	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,05

$y = A + BT$	Nappali felhőzet %								
	90–80	80–70	70–60	60–50	50–40	40–30	30–20	20–10	10–0°N
$\bar{y}$	70,1	69,5	70,1	71,0	64,2	54,2	47,6	53,1	60,2
$B$	3,36	2,49	1,21	0,30	-0,14	-0,36	0,02	0,84	0,60
$2\sigma_B$	0,52	0,40	0,27	0,28	0,35	0,19	0,12	0,20	0,12
$r$	0,939	0,937	0,883	0,415	-0,168	-0,617	0,075	0,866	0,903
$P$ ( $r=0$ )	0,001	0,001	0,001	0,05	*	0,01	*	0,001	0,001

\* Nincs szignifikáns lineáris kapcsolat

A relatív nedvesség 14 órai értékei egyfokos hemiszférikus melegedés esetén 1,7–2,8 százalékkal csökkennek. A csökkenés nyugatról keletre, illetve északról délre haladva erősödő tendenciájú, bár az eltérések alig nagyobbak a becslés  $2\sigma_B$  hibájánál.

Érdekes képet mutat a nappali borultság kapcsolata a hemiszférikus átlaghőmérséklettel. A hagyományos vizuális felhőmegfigyelés esetén egy fok melegedéshez csupán 1,8–2,4 százalékos felhőzetcsökkenés tartozik, míg a relatív napfénytartam alapján egyetlen állomás alacsony értékét (Zalaegerszeg: -2,1%/fok) nem tekintve három százalékot meghaladó értékhez jutunk. Az eltérés oka megítélésünk szerint a vizuális megfigyelés átlaghoz húzó jellege, ezért lokális visszacsatolásként inkább a relatív napfénytartamból származó értéket fogadjuk el.

A III. táblázatban a hőmérséklet és a nappali (vizuálisan megfigyelt) felhőzet zonális átlagértékei hemiszférikus átlaghőmérséklettől számított függésének a jellemzőit tüntettük fel Hanevcszkaja (1968), ill. Berljand és Sztrokina (1980) sokévi átlagadatai alapján. A hőmérséklet a pólusok közelében csaknem 3 fokkal változik a hemiszférikus átlag egyfokos változására, míg a 40. szélességtől délre a változás egy foknál kisebb. Az érzékenység e jellegzetes meridionális eloszlása jól ismert a különböző empirikus- és modellvizsgálatokból. (pl. Mika 1983). E táblázat 40. és 50. szélességhez tartozó értékeit összevetve a hazánkat jellemző számokkal, megállapíthatjuk hogy a Kárpát-medence e szempontból nem kivételes helyzetű.

Az övezetes átlagfelhőzet és a hemiszférikus hőmérséklet kapcsolata már nem ilyen egyértelmű. Globális felmelegedéssel az övezetek északra tolódása, a párolgás növekedése, a telítési gőznyomás emelkedése, a zonális cirkuláció gyengülése jár együtt, s módosul a kelet-nyugati átvitel meridionális zavarainak gyakorisága, helye és intenzitása is. E hatások a 22 adatpár tanúsága szerint az egyes szélességeken eltérő mértékben és előjellel módosítják a felhőzetet. Az északi sarktól a 60. szélességig, valamint a 20. szélességtől az Egyenlítőig a hőmérséklet emelkedésével szignifikánsan nő a felhőzet

#### IV. TÁBLÁZAT

A magyarországi csapadék ( $y$ ) és a hemiszférikus átlaghőmérséklet ( $T$ ) lineáris kapcsolatának jellemzői

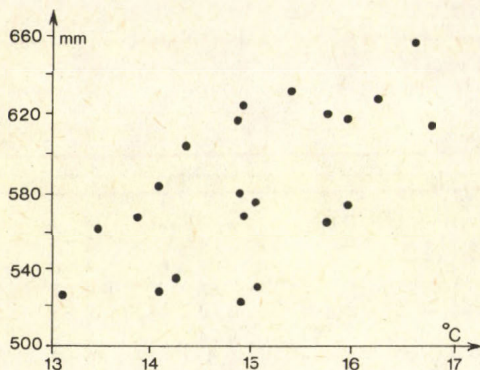
	$y = A + BT$		Csapadék mm		
	$\bar{y}$	$B \pm 2\sigma_B$	$r$	$P(r=0)$	$\frac{B \pm 2\sigma_B}{\bar{y}} \times 10^{-1}$
429 Magyaróvár	589	$24 \pm 12$	0,651	0,01	$4 \pm 2$
774 Zalaegerszeg	744	$39 \pm 10$	0,849	0,001	$5 \pm 1$
195 Esztergom	550	$25 \pm 11$	0,686	0,001	$5 \pm 2$
404 Kunszentmiklós	543	$21 \pm 14$	0,523	0,05	$4 \pm 3$
33 Baja	593	$23 \pm 18$	0,479	0,05	$4 \pm 3$
380 Kompolt	534	$17 \pm 17$	0,380	0,10	$3 \pm 3$
737 Túrkeve	525	$26 \pm 16$	0,580	0,01	$5 \pm 3$
654 Szeged	567	$26 \pm 17$	0,556	0,01	$5 \pm 3$
529 Nyíregyháza	577	$24 \pm 13$	0,605	0,01	$4 \pm 2$
Országos átlag (9 áll.)	582	$25 \pm 13$	0,626	0,01	$4 \pm 2$
Balaton	689	$31 \pm 22$	0,518	0,05	$4 \pm 3$

(nappali) mennyisége. A 40. és 30. szélesség között a kapcsolat ellentétes, míg az átmeneti övezetekben szignifikáns lineáris kapcsolat e módszerrel nem mutatható ki. A Kárpát-medencére kapott szignifikáns negatív kapcsolatot tehát feltehetően nem kizárólag az övezetek északra tolódása okozza, hanem ebben a meridionális zavarok áthelyeződése és intenzitás-változása is lényeges szerephez jut.

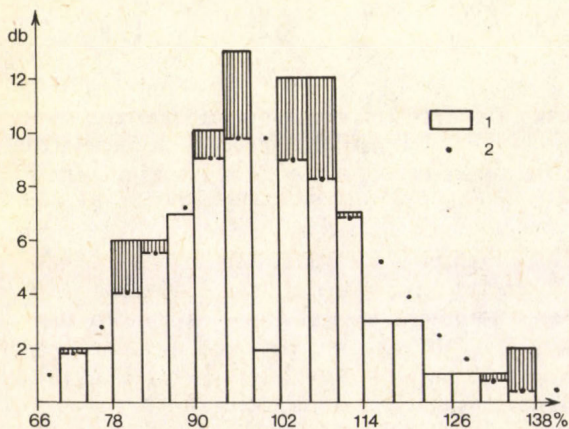
A magyarországi csapadék és a hemiszférikus átlaghőmérséklet kapcsolatának statisztikai jellemzői a IV. táblázatban szerepelnek. A lineáris kapcsolatok Kompolt kivételével minden állomáson legalább 5%-os szinten szignifikánsak. A regressziós együtthatók  $2\sigma_B$  hibája ugyanakkor meglehetősen nagy, így a csapadékváltozás területi eloszlását figyelmen kívül hagyjuk. Mivel az egyes állomások évi átlagos csapadékában is vannak eltérések, a IV. táblázat utolsó oszlopában az egy fokos hőmérsékletváltozásnak tulajdonítható százalékos csapadékváltozást is feltüntettük. Ezen értékek, a valószínű hibát is számításba véve, 0–8 százalékos növekedést jelentenek.

A 22 adatpár szóródása a regressziós egyenes körül állomásonként eltérő képet mutat. A helyi hatások kiküszöbölését célzó országos átlag (a 9 állomásból) és a hemiszférikus átlaghőmérséklet kapcsolata viszont igen érdekesen alakul (1. ábra). A szemmel is felismerhető lineáris emelkedés mellett a  $\pm 1$  fokos tartományon belül egy ellipszis és egy szűk belső tartomány látszik kirajzolódni, míg e két tartomány közé nem esik egyetlen pont sem. Az ellipszisen kívüli (tehát a  $\pm 1$  foknál nagyobb eltéréshez tartozó) pontok ugyancsak nem illeszkednek szorosan az egyenesre. Az adatpárokat az  $Y$ -tengelyre vetítve három, ugyancsak jól elkülönülő tartomány figyelhető meg, vagyis az egyensúlyi hónap-négyesekből bizonyos csapadékösszeg-tartományok nem állnak elő (azaz léteznek kitüntetett, ill. tiltott sávok).

A 22 egyensúlyi hónap-négyes alkalmazása bizonyos fokig önkényes, azoknak a tényleges egyensúlyi klímaváltozással történő azonosítása a fizikai dedukció fonalán nem bizonyítható. Más szóval e hónap-négyesek olyan modellek, amelyek bizonyos követelmények szerint megfelelnek ugyan az egyensúlyi klímaváltozásoknak, de ebből még teljes értékű megfelelésük nem következik. A csapadék-hőmérséklet kapcsolat többértékűségét ezért más úton is bizonyítani kell, s az teljes biztonsággal csak akkor lesz elfogadható, ha felismerjük és megértjük a jelenséget előidéző okokat.



1. ábra: Az országos csapadékátlag és a hemiszférikus átlaghőmérséklet kapcsolata

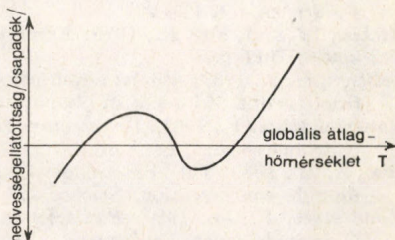


2. ábra: A csapadék országos átlagának gyakorisági eloszlása 1881 és 1970 között; 1 – empirikus gyakoriság, 2 – normális eloszlás

A tapasztalt többértékű kapcsolat empirikus igazolására elkészítettük a *Magyarország Éghajlati Atlaszában* található 8 homogén csapadék idősorból (Budapest, Debrecen, Kalocsa, Keszthely, Magyaróvár, Nyíregyháza, Szeged és Szombathely adataiból) számított országos átlag évi csapadékösszegeinek a gyakorisági eloszlását 1881-től 1970-ig (kiegészítve). A 2. ábrán bemutatott eloszlás közelítően normális, ám jól elkülönülő tartományokon ennél magasabb, másokon pedig alacsonyabb gyakorisági értékek adódnak. Különösen feltűnő az éppen az átlagnak ( $620 \text{ mmév}^{-1}$ ) megfelelő értékek csekély gyakorisága. Az 1. ábra három kitüntetett sávjának a 2. ábrán közel azonos csapadékösszegű tartományok felelnek meg. Amennyiben a csapadékeloszlás több módusú diszkrét jellege valóban létezik, akkor az az általános légkörzés planetáris léptékű képződményeivel lehet kapcsolatos, míg a normális el-

oszláshoz való közelítésben bizonyára a szinoptikus és szubszinoptikus skálán megjelenő, a planetáris léptékhez képest véletlen jellegű objektumok játszanak szerepet.

A mérsékeltövi regionális csapadékösszegek és a globális átlaghőmérséklet kapcsolatát az empirikus és a modell-vizsgálatok eddig még nem tudták kielégítően feltérképezni. A legáltalánosabb, fizikailag is interpretált elmélet *Drozdo* (1981) nevéhez fűződik, aki néhány paleoklimatológiai kor pontpárjaira a 3. ábrán látható és a jellemzően kontinentális területekre érvényes



3. ábra: A mérsékeltövi kontinensek nedvességellátottsága a globális átlaghőmérséklet függvényében, *Drozdo* (1981) nyomán

harmadfokú polinom jellegű görbét illesztette. *Drozdo* szerint a görbe meredekségének előjel-váltásai rendre az óceáni párolgás erősödése, a zonális cirkuláció gyengülése és a légkör vertikális labilizálódása túlsúlyba jutásának felelnek meg. Amennyiben azonban igaz, hogy a csapadék és a hőmérséklet kapcsolata nem egyértékű, úgy az egyes regionális paleoklimák csupán a lehetséges állapotok egyikét reprezentálják, s ezért a folytonos vonallal történő összekötésükből adódó kép a legkevesbé sem fogadható el, mint egy jövőbeni globális felmelegedés *egyetlen* lehetséges következménye.

### 3. Diskusszió

E dolgozat az évi menet egyik lehetséges felhasználását mutatja be egy valószínű globális felmelegedés egyensúlyi analógiaként. Az analógia az idealizált egyensúlyban is csak akkor megfelelő, ha a regionális klímaváltozásokat egyetlen globális paraméter – nevezetesen a hemiszférikus átlaghőmérséklet – lényegében meghatározza, feltételezve a többi hatótényező egyensúlyi igazodását. Nem egyensúlyi változások esetére e számítások valószínűleg nem vonatkoztathatók, mert a tényleges klímaváltozás során egymástól – az egyensúly szabályozó, összerendező szerepének hiányában – legalább részben független egyéb változók (pl. a kontinensek és óceánok hőmérsékletének eltérése) az évi menet során a külső kényszer által kormányzott, a klímaváltozástól biztosan eltérő, kapcsolatban állnak a hemiszférikus átlaghőmérséklettel. A globális klímaváltozás egyensúlyi regionális sajátosságainak vizsgálata a potenciális következmények nagyságrendi értékelésében hasonló szerepű a globális másodfajú éghajlati prognózisokéhoz. Viszonyuk fő jellemzője, hogy a regionális vizsgálatokat egyensúlyi esetben is a globális prognózisok motíválják.

## IRODALOM

- Béll B. és Takács L., 1974: *A Balaton éghajlata*, OMSZ Hiv. Kiadv. XL. kötet.
- Berljand, T. G., i Sztrokina, L. A., 1980: *Globalnoe raszpredelenije obsego kolicsesztva oblakov*. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- Boncz J. és Mika J., 1984: A hazai növénytermesztés éghajlati feltételeinek alakulása a klímaváltozásokkal összefüggésben. *A légköri erőforrások hasznosítása az energiagazdálkodásban Magyarországon*. OMSZ Hiv. Kiadv., LVII. kötet.
- Budiko, M. I. i Efimova, N. A., 1984: Godovoj hod meteorologiceszkih elementov kak model izmenenyija klimata. *Meteorologija i gidrologija* 1, 5–10.
- Drozdov O. A., 1981: Formirovanije uvlazsnyenijja szusi pri kolebanyijah klimata *Meteorologija i gidrologija* 4, 17–23.
- Ezekiel, M. and Fox, K., 1970: *Korreláció és regresszió analízis*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- Golitsyn, G. S., 1983: Almost empirical approaches to the problem of climate, its variations and fluctuations. *Advances in Geophysics* 25, 85–115.
- Hanevszkaja, I. V., 1968: *Temperaturnyj rezsím szvobodnoj atmoszferü and szevernüm polusarijem*. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- Idso, S. B., 1980: The climatological significance of a doubling of Earth's atmospheric carbon dioxide concentration. *Science* 207, 1462–1463.
- Kondratyev, K. Ja., 1980: *Radiacionnüe faktorü szovremennüh izmenenyij globalnogo klimata*. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- Magyarország Éghajlati Atlasza*, II., *Adattár* (szerk. Kakas J.) 1967, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Major G., Miskolczi F., Putsay M., Rimóczi – Pád A., Takács O., és Tárkányi Zs., 1982: World maps of relative global radiation In: Meteorological aspects of the utilization of solar radiation as an energy source. *WMO Technical Note* 172, 1–7.
- Mika J., 1983: *Elméleti éghajlattan*. Jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Vinnikov, K. Ja., i Grojszman, P. Ja., 1981: Empiriceszkij analiz vlijanyija CO<sub>2</sub> na szovremennüe izmenenyija sredneyj godovoj prizemnoj temperaturü vozduha Szevernogo polusarija. *Meteorologija i gidrologija* 11, 30–43.

# IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 91. évf. 1. szám, 1987. január – február  
*Journal of the Hungarian Meteorological Service. Vol. 91. No 1. Jan. – Feb. 1987. Budapest*

## A talajhőforgalom éghajlati értékei Magyarországon

DÁVID ARANKA, Központi Meteorológiai Intézet, Budapest, H-1525. Pf. 38.  
POSZA ISTVÁN, KMI Agrometeorológiai Observatóriuma, H-5540, Szarvas

*Climatic values of soil heat balance in Hungary.* The climatological data of soil heat balance were prepared to Heat and Water Balance Chart of Hungary using temperature records of nine meteorological stations for one-meter-soil layer. The territorial distribution of stations was chosen in such a manner that they describe each geographical area of the country and show the properties of the three main types of soil (sandy, friable clay, clayey). The change of soil heat content was computed using the soil heat capacity values which depend on the real water content and change monthly. In this way the typical monthly amounts of soil heat balance depending on precipitation and evaporation system of the geographical area were obtained.

✱

*A talajhőforgalom éghajlati értékei Magyarországon.* Magyarország Hő- és Vízhiánytartási Atlaszához elkészültek a talajhőforgalom klimatológiai adatsorai az 1951 – 1980-as periódusra 9 mérőhely 1 m-es talajrétegének hőmérsékleti adatai alapján. A felhasznált állomások elhelyezkedése olyan, hogy adataik az ország egy-egy tájegységét jellemzik, ugyanakkor a három – fizikai tulajdonságaiban eltérő – talajfajtát (homok-, vályog-, agyagtalajokat) reprezentálják. A talaj hőtartalom-változást a talaj tényleges nedvességtartalmától függő, havonként változó hőkapacitással számították, így megkapták a terület talajára, valamint csapadék- és párolgásviszonyaira jellemző talajhőforgalom havonkénti összegeit.

✱

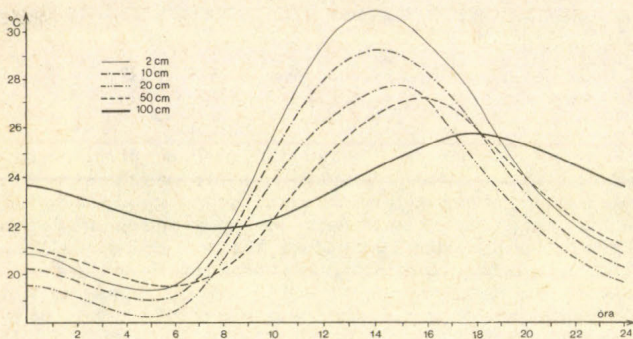
A Naptól érkező energiának túlnyomó része a talaj közvetítésével fejt ki hatásait, azaz a talajfelszín az alsóbb talajrétegek és a fölötte lévő levegő állapotát hőgazdálkodási tulajdonságainak megfelelően befolyásolja. A felszínre érkező energia egy része vezetés útján jut a levegőbe és a talaj mélyebb rétegeibe. A levegő azonban sokkal rosszabb hővezető, mint a talaj, ezért a talajfelszín hőképzéséből nagyobb energiamennyiség jut hővezetéssel az alsóbb talajrétegekbe, mint a vele érintkező levegőbe. Ezzel szemben a talajfelszín kisugárzás következtében előálló energiavesztése teljes egészében a levegő felé irányul.

A talajfelszín hőgazdálkodásában a nap folyamán egy nappali és egy éjszakai szakaszt különböztetünk meg (1. ábra). Nappal a felszín erősen felmelegszik, és az ott elnyelt hőmennyiség jelentős része a mélyebb rétegekbe irányul. Ennek hatására – a talaj hőfizikai tulajdonságaitól függő késéssel – a mélyebb talajrétegek felmelegednek. A felmelegedés mértéke a mélyben kisebb, mint a felszín közelében. Éjszaka fordított a helyzet. A felszín kisugárzással történő lehűlése következtében a hő a mélyebb rétegekből a felszín felé áramlik.

A hőmérséklet napi ingása legnagyobb a felső 20 cm-es talajrétegben. Ennek a szintnek a hőmérsékleti rétegződését mutatjuk be három különböző

mérőhely adatai alapján: Kecskemét homok-, Szarvas anyag- és Keszthely vályogtalajára.

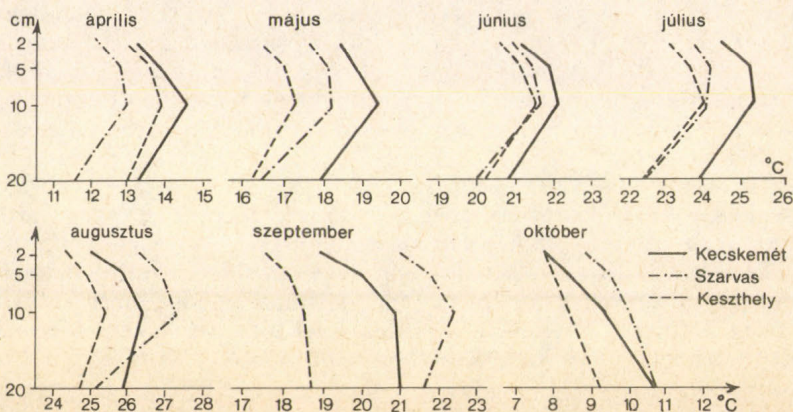
Reggel 7 órakor a hőmérsékleti profil szerint (2. ábra) Szarvason és Keszthelyen, ahol a kötöttebb talaj lassabban melegszik fel, a tenyészidőszak valamennyi hónapjában az éjszakai kisugárzás következtében a felső rétegek átlagosan még hidegebbek a mélyebb rétegekénél. A homoktalajok gyors felmelegedését igazolja az, hogy Kecskeméten májustól augusztusig a felső 2 cm-es réteg felmelegedése már reggel 7 óra előtt megindult. A görbék



1. ábra : A talajhőmérséklet átlagos napi menete Keszthelyen, 1981. augusztusban

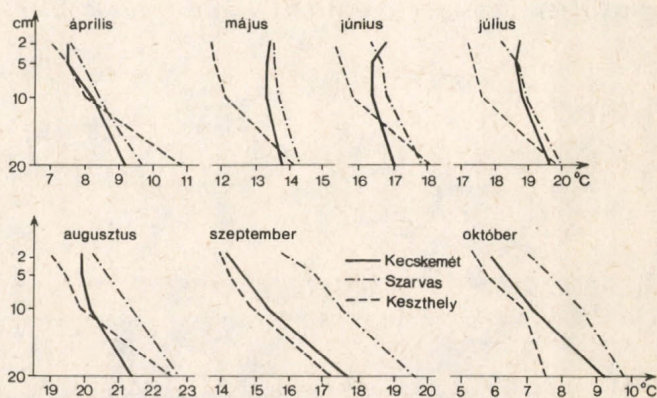
meredeksége az egyes rétegek hőmérséklet-különbségének nagyságát tükrözi. Az esti 19 órás mérések idején (3. ábra) áprilistől szeptemberig mindhárom mérőhelyen a felszín hőmérséklete a kisugárzási időszak kezdetén már egy kissé alacsonyabb, ezért a legmelegebb talajréteg az 5–10 cm között található. Októberben, amikor a Nap korábban nyugszik és a nappali felmelegedés már kisebb, a talaj hőmérséklete a mélyebb rétegektől a felszín felé csaknem egyenletesen csökken.

Az évi változást tekintve a következőt tapasztaljuk: tavasztól ősziig általában a talaj hőbevétele nagyobb, mint a kisugárzás okozta hővesztés. Ezért ezekben a hónapokban a talaj hőtartalma nő, a hő a mélyebb talajrétegek felé áramlik. A 4. ábrán a talajhőmérséklet izoplétáit rajzoltuk meg az 1 m-es talajrétegre, szarvasi mérések alapján (1974. tenyészidőszakára).



2. ábra : A felső 20 cm-es réteg 7 órás havi hőmérsékleti profiljai a tenyészidőszakban

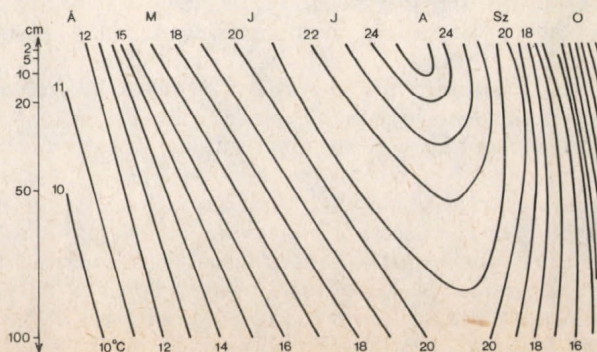
Az izopléták sűrűségének alakulásából jól látható, hogy tavasszal, amikor még a talaj nedvességtartalma nagy, lassabb a felmelegedés, mint a már száraz talaj őszi lehűlése. Tavasszal az izopléták dőlése azt mutatja, hogy a felmelegedés a mélyebb rétegek felé késik, míg ősszel az 1 m-es talajszelvény gyakorlatilag egyszerre, hirtelen hűl le. Áprilistól augusztusig a hőáramlás lefelé irányul. Szeptemberben a felső 2 cm-es talajréteg már erősen lehül, pótlására az 5 cm-es rétegből megindult a feláramlás, de az alsóbb rétegekben még gyenge lefelé történő áramlás mutatkozik.



3. ábra: A felső 20 cm-es réteg 19 órás havi hőmérsékleti profiljai a tenyészidőszakban

Az 5. ábrán három különböző talajfajtában és különböző mélységben, azonos esztendőben mért talajhőmérsékletek havi átlagos gradienseit tüntetjük fel. Jól látható, hogy legnagyobb a hőmérsékletkülönbség a felszínközeli és a mélyebb rétegek között Kecskemét homoktalaján, és ez a tenyészidőszak valamennyi hónapjában érvényes. A kötöttebb, illetve a nagyobb nedvességtartalmú, hűvösebb talajokon a hőmérsékleti gradiens kisebbnek adódott. A hőbevétel ebben az esztendőben még szeptemberben is nagyobb volt, mint a kisugárzás okozta hőveszteség (Kecskemét).

Az egyes talajok hőgazdálkodását lényegesen befolyásolja a talaj anyagi tulajdonsága és fizikai állapota. Ilyenek: a sugárzáselnyelőképeség, a hővezetőképeség, a fajhő, a hőmérsékletvezetőképeség, a hőkapacitás. Amint a hőmérsékleti rétegződés bemutatásakor láttuk, a talajfizikai jellemzők különbsége eredményezi azt, hogy az egyes talajfajták ugyanazon hőmennyiség



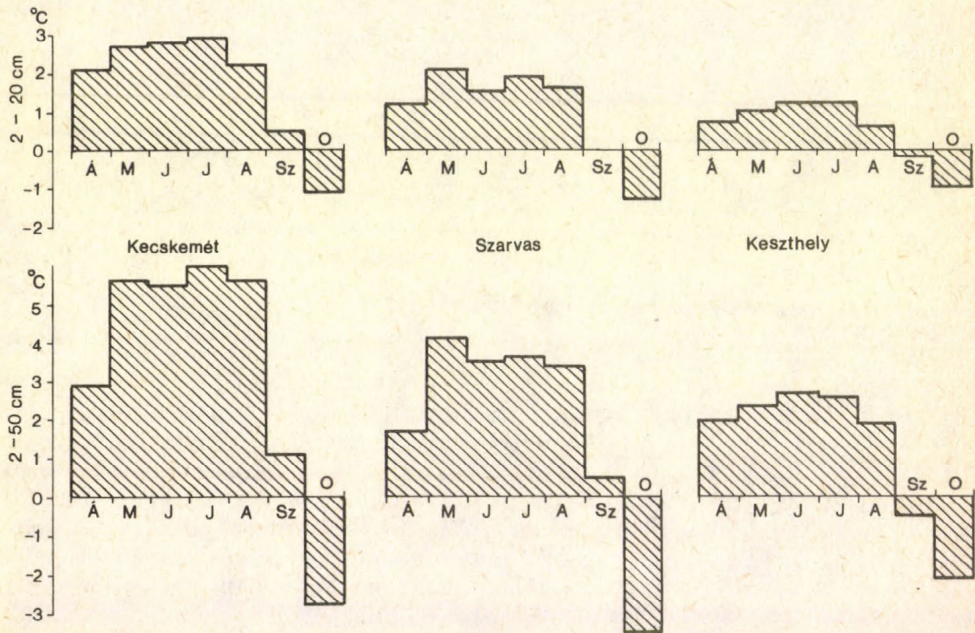
4. ábra: A talajhőmérséklet izoplétái 1974. tenyészidőszakában Szarvason

hatására különböző mértékben melegednek fel, és eltérő a hőtovábbítás sebessége is a mélyebb rétegek felé, vagyis a különböző talajfajtáknak más a hőmérsékleti rendszerük.

A talajhőforgalom ( $Q_t$  = az 1 cm<sup>2</sup> nagyságú talajfelszínen a talajba, vagy a talajból adott idő alatt átáramló hőmennyiség) a hőháztartás

$$R = LP + Q_t + Q_1 \quad (1)$$

alapegyenletében a többi komponenshez: a sugárzási egyenleghez ( $R$ , a) párolgásra fordított hőhöz ( $LP$ ) és a levegőhőforgalomhoz ( $Q_1$ ) viszonyítva



5. ábra: A 2–20 és a 2–50 cm-es talajszintek átlagos hőmérséklet-különbségei (Kecskemét, Szarvas, Keszthely)

meglehetősen kicsi érték. *Posza* (1966) számításai szerint  $Q_t$  a globálsugárzásnak mintegy 2–5%-a, a sugárzási egyenlegnek pedig 5–10%-a csupán, évi összege pedig nullával egyenlő, azaz egy év folyamán a talajfelszín ugyanannyi hőt ad le, mint amennyit felvesz. Magyarország Hő- és Vízháztartási Atlaszához a talajhőforgalom klimatológiai adatsorának előállítására azért van mégis szükség, mert egyrészt az egyes időszakokban (tavasszal és ősszel) értéke nem elhanyagolható, másrészt azért is, mert kiszámítása egyszerűbb, mint a levegőhőforgalom kiszámítása, amelyet viszont a hőháztartás alapegyenletéből – a többi tag ismeretében – maradék tagként nyerhetünk.

Hőháztartás kutatásainkban a talajhőforgalom meghatározására, közvetlen talajhőforgalom mérések hiányában, *Tóth* (1960) a *Cejtin* és *Lajhtman* formulájának *Ruszin* által egyszerűsített változatát alkalmazta, amely szerint a talajhőforgalom jó közelítéssel megegyezik a talaj hőtartalomváltozásával. Ilymódon elegendő ismerni a talaj hőmérsékleti rendszerét és a hőkapacitását a számítások elvégzéséhez.

Konkrét felszínekre végzett számításokon kívül *Posza* (1968) megkísérelte a hálózati talajhőmérsékletmérésekből az 1951–1960-as periódus talajhőforgalom értékeinek meghatározását 14 megfigyelőhelyre a tízévi átlagok alapján.

Jelen feldolgozás az 1951–1980-as periódus alapján készült, 9 hiánytalan adatsorral rendelkező mérőhely 1 m-es talajrétegének havonkénti adatai alapján. Az állomások elhelyezkedése elég szerencsés ahhoz, hogy az ország egy-egy tájegységét jellemezze, és ugyanakkor a három – fizikai tulajdonságaiban jellegzetesen eltérő – talajfajtát (homok-, vályog-, anyagtalajokat) reprezentálja.

A legnyugatibb állomás Sopronhorpács, amelynek adatai az ország észak-

## I. TÁBLÁZAT

*Talajhőforgalom, MJ.m<sup>-2</sup> (1951–1980)*

Hónap	Homoktalajok				Vályogtalajok				Agyag- talaj
	Homok- szentgyörgy	Kecskemét	Nyíregyháza	Kisvárd	Martonvásár	Iregszemcse	Sopron- horpács	Mezőhegyes	Kompolt
Jan.	3,36	2,70	3,74	3,97	3,26	3,60	2,80	4,44	4,26
Feb.	- 2,43	- 3,25	- 1,86	- 1,95	- 3,50	- 3,08	- 2,54	- 2,28	- 3,00
Márc.	- 10,54	- 9,56	- 11,09	- 14,18	- 14,46	- 11,43	- 10,08	- 12,82	- 11,78
Ápr.	- 10,09	- 9,31	- 11,02	- 14,11	- 14,55	- 13,36	- 12,46	- 11,97	- 12,65
Máj.	- 10,06	- 8,79	- 9,59	- 12,36	- 14,02	- 11,22	- 10,97	- 11,95	- 10,85
Jún.	- 8,38	- 5,31	- 4,32	- 6,55	- 8,79	- 8,18	- 8,24	- 7,34	- 7,48
Júl.	- 2,91	- 2,14	- 2,60	- 3,58	- 2,93	- 2,79	- 2,78	- 3,42	- 2,23
Aug.	3,50	2,93	3,87	5,29	5,54	3,48	2,64	3,39	3,16
Szept.	7,50	8,13	9,24	10,96	11,88	9,77	8,10	9,34	8,94
Okt.	12,18	10,47	11,08	14,18	15,30	12,60	11,66	12,78	12,00
Nov.	11,65	10,09	10,08	12,92	15,44	12,54	11,93	12,67	13,20
Dec.	7,14	5,08	5,24	5,88	6,75	6,87	7,48	7,06	7,15

nyugati részén található vályogtalajok hőviszonyaira jellemzőek. Martonvásár a Dunántúl északkeleti, Iregszemcse pedig a középső és délkeleti részének vályogtalajait reprezentálja. Mezőhegyes a Tiszántúl déli részén az alföldi vályogtalajok hőviszonyaira nyújt információt.

Homoktalajok tekintetében Homokszentgyörgy a Somogy megyei homokos sávra jellemző, Kecskemét a Duna-Tisza köze homoktalajára, Nyíregyháza és Kisvárd pedig az ország keletirészének homokos területeire szolgáltat adatokat, bár az utóbbi átmenetet képez a határszéli vályog- és agyagtalajok felé.

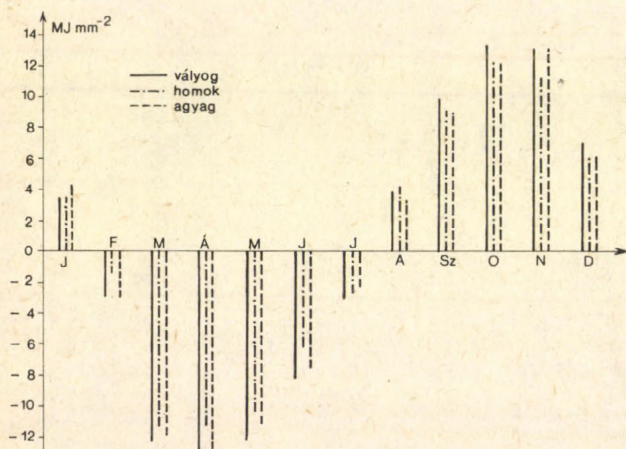
Agyagtalajon folytatott mérések közül egyedül Kompolt adatsorát használtuk fel, ez jól jellemzi az északi országrész anyagtalajának hőforgalmát, és az itt megismert sajátosságok más országrész hasonló talajára is adap-  
tálhatók.

A számítási módszerünk a következő volt. A fenti harminc év minden hónapjának elsején a reggel 7 órai talajhőmérséklet-értékek alapján az ún. trapéz módszerrel (*Djacsikova*, 1964) meghatároztuk az egyméteres talajszelvény átlagos hőmérsékletét. Az 50 és 100 cm-es értéket az elsején mért 14 órai (a korábbi években a 13 órai) adat szolgáltatatta. Ezután a következő hónap elsején mért adatok figyelembevételével meghatároztuk a réteg hőmérséklet-

változását a szóbanforgó hónapra. Így a hőmérséklet-változás a ténylegesen mért értékekkel az illető helyre és talajra jellemző volt.

A hőkapacitás meghatározásához a kézikönyvekben szereplő átlagos fajhő és térfogatsúly adatokat használtuk fel, ez utóbbiakat saját méréseink alapján javítottuk. Ilymódon az abszolút száraz talaj hőkapacitása a következőnek adódott:

Talajfajta	Hőkapacitás $J \cdot m^{-3} \cdot fok^{-1}$
Homoktalajok	1,4224 $\cdot 10^6$
Vályogtalajok	1,3398 $\cdot 10^6$
Agyagtalajok	1,3816 $\cdot 10^6$



6. ábra: A talajhőforgalom átlagos évi változása a három legfőbb talajfaján

Mint hogy azonban a hőkapacitás a talaj nedvességtartalmától függően változik, ezért az 1 m-es talajréteg havi átlagos nedvességtartalmát (Zárbok, 1984) úgy vettük figyelembe, hogy a mindenkori számított nedvességtartalomhoz tartozó vízmennyiség fajhőjét hozzáadtuk az abszolút száraz talaj hőkapacitásához és így megkaptuk a terület talajára és csapadék-párolgás viszonyaira jellemző hőkapacitás értéket. Ezek a különböző nedvességtartalomra vonatkozó hőkapacitás intervallumok a következők:

Talajfajta	Hőkapacitás-intervallum, $J \cdot m^{-3} \cdot fok^{-1}$
Homoktalajok	1,7166 $\cdot 10^6$ – 2,1771 $\cdot 10^6$
Vályogtalajok	2,0097 $\cdot 10^6$ – 2,8051 $\cdot 10^6$
Agyagtalajok	2,2879 $\cdot 10^6$ – 2,7214 $\cdot 10^6$

Számításaink eredményeként tehát előállítottuk az 1951 – 1980 közötti 30 év minden egyes hónapjára a talajhőforgalom értékét. Az egyes években a talajhőforgalom havi összegei elég tág határok között ingadoznak, azonban nem haladják meg a 29,3  $MJ \cdot m^{-2}$  (700  $cal \cdot cm^{-2} \cdot hó^{-1}$ ) értéket sem negatív (a felszíntől a talajba áramlik a hő), sem pozitív (a mélyebb rétegekből a felszín felé áramlik a hő) irányban. Ez körülbelül 12 mm párolgásnak megfelelő hőmennyiség. A talajhőforgalom sokévi átlagos összege nulla, a 30 év esetén az egyes évek 0,837 – 2,93  $MJ \cdot m^{-2}$  (20 – 70  $cal \cdot cm^{-2} \cdot év^{-1}$ ) összeggel zárultak, ami legfeljebb 1 mm párolgást jelent.

Az egyes mérőhelyekre nyert átlagos havi összegeket az *I. táblázatban* tüntettük fel. Az értékekben az egyes országrészek között nincs nagy eltérés, ezért a felhasznált 9 állomás adataival a talajhőforgalom klimatológiai értékei meglehetősen jól jellemezhetők. A három főbb talajfajtára nyert talajhőforgalom országos átlagainak havonkénti eloszlását mutatjuk be a *6. ábrán*. Az ábra tanúsága szerint 30 év átlagában csak a homoktalajok hőforgalma tér el nagyobb mértékben a másik két talajfajta hőforgalmától. A szélsőértékek – amelyek a szomszédos hónapokból csak kevéssel térnek el – vályogtalajoknál áprilisban és októberben, agyagtalajoknál áprilisban és novemberben, homoktalajoknál márciusban és októberben következnek be.

A talajhőforgalom 30 évi klimatológiai adatsorának előállításával a hőháztartási egyenlet egy újabb tagjának megismerésével, és ezzel az atlasz egy újabb tényezőjének előállításával jutottunk előbbre.

#### IRODALOM

- Djacskova, T. V.*, 1964: O metodike rascseta tepla v pocsvu pri iszpolzovanii usztanovki M – 54. *Trudi*, GGO 160, Leningrad
- Posza, I.*, 1966: Talajhőforgalom. *Beszámoló 1965 OMSZ Hiv. kiadv. XXIX.*, II. rész, 40 – 46.
- Posza, I.*, 1968: A talajhőforgalom évi menete Magyarországon. *Beszámoló 1967, OMSZ Hiv. kiadv. XXXIV.* 438 – 441.
- Tóth, E.*, 1960: A talajvezetési tényező meghatározásának módszere és alkalmazása terepen mért adatokra. *Időjárás* 64, 365 – 371.
- Zárbok, Zs.*, 1984: A területi párolgás Magyarországon. *Beszámoló 1981.* 334 – 346.
-

**BRIMBLECOMBE, P.: Air composition and chemistry (A levegő összetétele és kémiája).** Cambridge Environmental Chemistry Series. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, 1986. IX + 224 oldal, 78 ábra és 37 táblázat.

Az a kérdés, hogy mi a levegő és milyen anyagokból áll, már a görög filozófusokat is foglalkoztatta. Ilyen értelemben, mint a könyv bevezetőjében olvashatjuk, a levegőkémia a kémia legrégibb ága. Ennek ellenére a levegő összetevőinek egyikét – a szén-dioxidot – csupán 1754-ben azonosította Black angol kutató. Majd még a tizenharmadik században Lavoisier, neves francia kémikus kimutatta, hogy légkörünk 1/5 rész oxigénből és 4/5 rész nitrogénből tevődik össze. A levegő hozzávetőleges összetételét tehát mintegy kétszáz éve ismerjük. Az elmúlt kétszáz évben azonban, kivéve az utóbbi három évtizedet, ezen a területen igen kevés történt. Így a modern levegőkémia létrejött az ötvenes évek második felére tehető. Az ilyen irányú kutatások történetében mérföldkövet jelentett C. E. Junge 1963-ban megjelent „Atmospheric chemistry and radioactivity” c. könyve (Academic Press, New York és London), amely a további vizsgálatok egyik osztonzójévé vált.

Az utóbbi három évtizedben sem tisztázódott azonban pontosan a levegőkémia tárgyköre. Így Junge művében csak az alsó légkör (ez esetben a troposzféra és az alsó sztratoszféra) kémiájával foglalkozik és a közvetlenül szennyezett levegőre csak utalásokat tesz. Ezzel szemben pl. J. Heicklen „Atmospheric chemistry” c. kötete (1976, Academic Press, New York, San Francisco és London) mindkét említett témakört tárgyalja. Brimblecombe a Heicklen-féle utat követi és könyve a légszennyeződés hatásaitól a bolygók légkörének keletkezéséig és fejlődéséig minden kérdést felölel. Ez természetesen gondolatmenete folytonosságát időnként megszakítja. Az egységességet biztosítja azonban az érthető, világos és egyszerű stílus, amely minden fejezetnek sajátja.

A könyv elsősorban egyetemi hallgatók számára készült. E sorok írójának véleménye szerint igen nagy hozzáértéssel. A kilenc fejezet mindegyikét ajánlott irodalomként néhány fontosabb publikáció felsorolása zárja. Ezekre a szövegben nem okvetlenül hivatkozik a szerző. A hivatkozott irodalom a könyv végén külön jegyzékben található meg. Ez utóbbi hatvan, lényegében jól összeválogatott tanulmányt, illetve könyvet tartalmaz. Az egyetemi jegyzetek (jó vagy rossz?) szokásainak megfelelően Brimblecombe néhány olyan munkát is idéz, sokszor a kutató nevének említésével, amelyeket egyik jegyzetében sem sorol fel. Ebbe a kategóriába tartozik az egyetlen említett magyar eredmény, nevezetesen annak kimutatása, hogy Európában a csapadékvízben számos komponens koncentrációjának tavasszal van a maximuma.

Az egyszerűség mellett a kötet erőnei közé sorolható a korszerűség is. Szerző a legfontosabb kutatásokat egészen 1985-ig nyomon követi. A fentieket figyelembe véve jelen könyv mindazoknak ajánlható, akik a levegőkémia céljaival és eredményeivel viszonylag kis befektetéssel kívánnak megismerkedni. Így Brimblecombe műve különösen az egyetemi oktatásnak lehet nagyszerű segédeszköze.

Mészáros Ernő

**Glaciers, ice sheets, and sea level effect of a CO<sub>2</sub>-induced climatic change. (Gleccserek, jég-takarók és tengerszint: a CO<sub>2</sub> által indukált éghajlatváltozás hatása).** Prepared for U. S. Department of Energy. Washington, D. C., September 1985. XV + 348 oldal, 132 ábra, 22 táblázat, tárgymutató, számos hivatkozás.

Ez a kötet az USA energiaügyi minisztériumának megrendelésére készült avégből, hogy összefoglalja a legújabb glaciológiai kutatások eredményeit, és hozzáférhetővé tegye ezeket az érdeklődők széles tábora számára. A kötet összeállítását több bizottság végezte: a szárazföldi jég- és tengerszint kapcsolatával foglalkozó ad hoc bizottság, a glaciológiai bizottság, a sarkkutató bizottság, a fizikai tudományok, matematikai és erőforráskutató bizottság.

A fenti bizottságok az USA energiaügyi minisztériumának CO<sub>2</sub> kutató osztályával együttműködve 1984. szeptember 13 és 15 között Seattle-ben (Washington-állam) tudományos találkozást szerveztek. Az itt elhangzott beszámolók felhasználásával állították össze ezt a kötetet.

A glaciológiai vizsgálatok két kérdésre keresnek választ: 1. Milyen mértékben és hogyan befolyásolta a jég olvadása a tengerszint magasságát az elmúlt 100 évben és a legutóbbi években? 2. Milyen lesz a további hatás a legközelebbi 100 évben? E kérdéseket a légkör széndioxid-tartalmának és egyéb üvegházhatást kiváltó gáz-összetevőinek növekedése, valamint az ebből eredő általános fölmelegedés teszi aktuálissá. A századforduló óta végzett mérések szerint a globális tengerszint 1–3 mm/év emelkedést mutat, bár az óceánok középső részéről és a déli félgömbről kevés adat áll rendelkezésre. Az óceán felszíni hőmérséklete a századforduló óta  $0,6 \pm 0,3$  fokot emelkedett.

A gleccserek és kisebb jégsapkák tömege csökkent az elmúlt 100 év során, kivéve Grönlandot és az Antarktisz. Az Antarktisz jégtakarójának egyensúlyára vonatkozó becslések bizonytalannak, bár inkább növekedést mutatnak az utóbbi évtizedekben.

A szárazföldi jég éghajlatingadozás-okozta változásának előrejelzéséhez éghajlat-modellekre van szükség. Egyes modellek szerint a CO<sub>2</sub> duplázódása az átlaghőmérséklet 2–4 fokos emelkedését vonhatja maga után. A modellekkel történő előrejelzések sok bizonytalanságot hagynak afelől, hogyan változik a hőmérséklet a földrajzi hosszúságok szerint az egyes részterületeken. A kisebb gleccserek teljes elolvadása a számítások szerint a tengerszint 0,3–0,6 méteres emelkedését okozná.

A kötet hat önálló részből és 23 függelékből áll. Az 1. rész a kutatások eredményeiről ad összefoglalást (Executive Summary). A 2. rész a szárazföldi jég és a tengerszint kapcsolatával foglalkozik. Várható, hogy az üvegházhatást okozó légköri gázok növekedése háromféle módon okozhat tengerszint-emelkedést: 1. A magasabb léghőmérséklet meggyorsítja az olvadást a gleccserek és jégtakarók olvadási területén. 2. A melegedés az olvadási terület kiterjedéséhez vezet, azaz a felhalmozódási és olvadási területet elválasztó egyensúlyi vonal a magasabb szintek felé hátrál. Bár ezt a visszafagyás kompenzálhatja. 3. Az Antarktisz jégtakarója a tengerszintnél alacsonyabb területek felé hátrál, ez a fenékolvasás erősödéséhez vezet.

A 3. és legterjedelmesebb rész „A tengerszint változásai az utolsó 100 évben” címet viseli. A tengerszint magasságváltozásai több tényezőre vezethetők vissza: A víz sűrűségének változására, az óceán cirkulációjában vagy ösztérfogatában bekövetkezett változásokra, továbbá a termikus kiterjedésre. A tömeg állandósága mellett bekövetkező térfogatváltozásokat *szterikus változásnak* nevezik. Szerepet játszhatnak a tengerszint alakulásában tektonikus és üledő folyamatok is. A pleisztocén jégtakaró súlycsökkenése a földfelszín folyamatos mozgását okozza (izosztatikum alkalmazkodás). Mindezen tényezők nehezítik a megfigyelt szintváltozások okainak kiderítését.

A 4. rész a következő 100 évben várható jég–óceán kölcsönhatások vizsgálatával foglalkozik, mégpedig az Antarktisz kihagyásával. Az Antarktisz jégtakarója és az óceán várható kölcsönhatását az 5. fejezet tárgyalja. Mindkét fejezetben figyelemre méltó számításokat találunk arra az esetre, ha a legközelebbi 100 évben a globális éghajlat melegszi. Az olvadás, felhalmozódás és jégborjázás jelentős változást csupán 1000 éves vagy ennél hosszabb időskálán okozhat. Az Antarktiszra vonatkozó előrejelzések még ennél is lassúbb változásokat ígérnek.

A 6. rész összefoglalást és ajánlásokat tartalmaz. A 23 függelék a nemzetközi tudományos tanácskozás meghívott előadóinak beszámolóit foglalja magában.

Bár a szakértői bizottság e kötet összeállításakor konkrét és gyakorlati célok elérésére törekedett, olyan összetett, a földtudományok különböző szakterületeit érintő problémákkal foglalkozik, amelyek éppen ezért egy meteorológus számára érdekes és új ismereteket kínálnak.

Koppány György

## METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS NAPOK '86

Az immár hagyományosnak nevezhető meteorológiai tudományos napok előadás-sorozata 1986-ban november 26–27-én került sor. Az MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Meteorológiai Tudományos Bizottsága és az Országos Meteorológiai Szolgálat közös rendezvényét az MTA székházában tartották meg. A témaválasztást („Mezőgazdaság és Meteorológia”) egyrészt az indokolta, hogy az agrometeorológiai kutatások hazánkban az utóbbi 30–35 évben igen dinamikusan fejlődtek, másrészt, hogy az elmúlt 10–12 évben külön hangsúlyt kaptak az alkalmazott kutatások és a minél hatékonyabb szolgáltatások. Külön ki kell hangsúlyozni az élelmiszeripar – elsősorban a konzervipar – számára nyújtott kutatási eredményeket és szolgáltatásokat.

A tudományos napok közel kétnapos ülészaka keretében 14 előadást hallgathattunk meg, s különösen öröndetes, hogy azok nemcsak agrometeorológus, hanem vezető mezőgazdasági és hidrológiai szakemberek, valamint egyetemi oktatók tollából születtek.

A bevezető előadásban *Cselötei László* hangsúlyozta, hogy a növény környezetében kimagasló jelentősége van az időjárásnak, amely az edafikus tényezők alakulását és hatását is messzemenően befolyásolja. A mezőgazdasági termelést szervező-irányító agrárszakembereknek munkájuk eredményes ellátásához számos szak-, illetve tudományterület művelőivel kell együttműködniük. Közülük kimagasló a mezőgazdaság időjárási problémáival foglalkozó agrometeorológusok munkája – hangoztatta az előadó. A meteorológia ismerettömege, az ismeretek mélysége, a kísérletek és azok feldolgozásának eszköztára az elmúlt időszakban sokat fejlődött. A mezőgazdaság ezért érdekelt abban, hogy e szaktudomány munkatársaival minél hatékonyabban együttműködjenek.

*Antal Emánuel* előadásában röviden áttekintette a hazai agrometeorológiai kísérletek, megfigyelések és kutatások történetét, értékelve a tapasztalható fejlődést is e téren. Elemezte a mezőgazdasági elvárások fejlődését és differenciálódását az agrometeorológiai szolgáltatásokkal szemben, majd az igények, az anyagi és személyi föltételek mérlegelésével rámutatott a jövőben várható fejlődés főbb irányai-  
ra.

Az élelmiszertermelés évtizedünkben jelentős innováción ment keresztül. Mind a belső fogyasztás, mind az export növelése szempontjából nőttek a követelmények, amelyeknek teljesítését a mezőgazdaságtól várják. Az agrometeorológiával szembeni elvárások ket-  
tős feladatkörrel határozhatók meg. Egyrészt szükségesek az olyan kutatások, amelyeknek eredményeként a mezőgazdaságot szaktanácsokkal lehet ellátni, hogy hogyan használható ki a legjobban az ország éghajlati adottságai a terméshozamok növelésében, másrészt olyan információs rendszer működtetését kell kidolgozni, amelynek birtokában minimálisra csökkenthetők az időjárási károk a termelésben. A jól működő információs rendszer hatékonyabbá teszi a munkaszervezést, és segítséget nyújt abban is, hogy a megtermelt nyersanyagok veszteségmentesen, jó minőségben kerüljenek feldolgozásra. *Kozmáné Tóth Erzsébet* előadása ebben a szellemen tekintette át a hazai agrometeorológiai kutatásokat, amelyek az utóbbi évtizedben az élelmiszertermelést és -feldolgozást is eredményesen segítik.

*Szász Gábor* beszámolója kiemelte, hogy a távérzékelés olyan eszközöket biztosít az agrometeorológiai kutatók számára, amelynek alkalmazása megtöbbszörözi az eddigi tudományos munka hatékonyságát. A hazánkban kifejlesztett műszer rendszerek lehetővé teszik a különböző természetes felszínek spektrális reflexiójának széles körű megismerését.

Rég ismert törvényszerűség, hogy lehet bármennyi tápanyag is a talajban, ha vízhiány van, a növény a tápanyagokat nem tudja hasznosítani. *Debreczeni Béla* előadásában a víz- és tápanyaggazdálkodás kölcsönhatásait mutatta be. A növény vízfelhasználása a tápanyag-ellátottság mértékétől is függ. A talajok termékenysége a növények természetes és mesterséges víz- és tápanyagellátását, az öntözés és a trágyázás hatását is jelentős mértékben meghatározza. A kísérlet és gyakorlat is azt mutatja, hogy kevésbé termékeny talajon az öntözés hatékonysága általában kisebb, a műtrágyázás hatékonysága viszont nagyobb.

Ugyancsak a tápanyag- és a csapadék- (víz) ellátottsággal foglalkozott *Nagymé Dávid Aranka* beszámolója. Az időjárás által megszabott maximális optimális műtrágya dózis

meghatározásához végzett kísérletek szerint a hőmérséklet és a csapadék befolyásolja a leginkább a műtrágya hasznosulását.

Az átfogó és általános agrometeorológiai kérdéseket tárgyaló előadások mellett speciális agro- és mikrometeorológiai vizsgálatokról is elhangzottak beszámolók. *Justyák János*, tölgyerdőben végzett energiaháztartás mérések eredményeit ismertette. Az erdők energiaháztartásának vizsgálata — ökológiai, talajtani és növénytársulási vizsgálatokkal kiegészítve — végső soron az erdőgazdálkodás számára nélkülözhetetlen. Az előadás szemelvényeket mutatott be a teljes sugárzási egyenleg és összetevőinek évszakos változásairól, valamint az albedó, elnyelt és átbocsátott sugárzás évi menetéről. Képet kaptunk a termikus rétegződés napi menetének, a hőmérsékleti és szélprofiloknak az erdő fenológiai állapotától, az időjárás alakulásától függő változásairól.

Hazánkban a gazdaságos szőlőtermesztést az alsó és felső orográfiai határ szabja meg.

A vegetációs időszak optimális hőmérséklet- és sugárzás-ellátottsága miatt az alföldi területeken alakulhatnak ki a legjobb termőhelyek, ha a gyakoribb tavaszi-őszi fagyok és a kritikus téli hőmérsékletek nem csökkentenék gyakorta a termés mennyiségét, és nem rontanák a minőséget. A hegy-dombvidéken levő, jó expozíciójú ültvényekben nagyobb a termelésbiztonság, ami miatt elsősorban ezek az optimálisnak nevezhető termőhelyek. *Csapó Piroska* és *Kozma Ferenc* előadása régebbi és a legújabb agroklimatológiai vizsgálataik ilyen irányú eredményeiből nyújtott szemléltető, értékes áttekintést.

A második napon az előadások sorát *Kovács György* nyitotta meg. Beszámolója a tényleges evapotranspiráció átlagos területi értékének becslési módszerét mutatta be. Azok az összefüggések, amelyek a potenciális evapotranspirációt meteorológiai változók függvényében határozza meg, a keresett értéket általában két tagnak — a radiációs és a ventilációs összetevőnek — az összegeként adják meg. Az utóbbi a szélsébség és a telítési hiány szorzatával arányos. A megközelítés alapja az a felismerés, hogy a potenciális párolgás lényegesen csökken, amikor a szél felőli területen a tényleges párolgás növekszik. A tényleges párolgás becslésekor nem tekinthetjük a potenciális párolgást független változónak, hanem éppen ellenkezően, értéke függ a szél felőli terület tényleges párolgásától. Így a két változó — tényleges és potenciális párolgás — egymást kiegészítő érték.

A vízgazdálkodás, a melioráció és az agrometeorológia leszűkített körét kölcsönhatásaiban taglalta *Petrasovits Imre* beszámolója. Egy mezőgazdasági terület gyakorlati agro-ökológiai potenciálját nem a fajta biológiai képessége és nem az alkalmazott természetstechnológia színvonala, hanem a termőhelyi adottságok limitálják. A termőhelyi korlátozó tényezők a klíma, talaj- és agro-hidro-

potenciálok, mint alrendszer szerepében jelentkehetnek. Az előadó a vízgazdálkodás és a melioráció szemszögéből a fejlődés és a gyakorlati fejlesztés érdekében az agrometeorológia, mint tudomány és mint szolgáltatás felé számos új kérdést vetett fel, és kérte azok interdiszciplinárisan felhasználható megválaszolását is.

Hazánk területének nagy részén a lehullott csapadék és a talajban tárolt nedvesség az évek többségében nem elégíti ki a növények vízigényét, így szükség van időszakos öntözésre. Az öntözés agrometeorológiai megalapozását célozták azok a szántóföldi kísérletek és kiterjedt meteorológiai mérések, amelyek még az 1960-as években kezdődtek meg Szarvason. *Posza István* bemutatta ezeknek a kísérleteknek és méréseknek az eredményeit, külön kiemelve azokat az egyszerű összefüggéseket, amelyeket a különféle evapotranspiráció számítására munkáltak ki. A kísérleti és szolgáltatási célból készült öntözési tájékoztatók, és az ezek keretében adott információk, a konkrét talaj és gazdasági adottságok figyelembevételével jól hasznosíthatók a mezőgazdasági üzemekben.

*Varga-Haszonits Zoltán* előadása az időjárásnak a növények életére gyakorolt hatását leíró agrometeorológiai modellek fontosabb típusait és jellemzőit tárgyalta. Példaként az empirikus modellel számított sugárzáshasznosulást és vízfelhasználást mutatta be. A fizikai-statisztikai modelleket részletesen taglalta a beszámoló. A dinamikus modellek segítségével a meteorológiai tényezőknek a növényekre gyakorolt hatása szimulálható.

*Erdős László* és *Lambert Károly* előadásukban a fűszerpaprika terméskomponenseinek előrejelzésére kifejlesztett empirikus-szimulációs modell-kísérleteiket ismertették, egyben e kísérletek sikeres eredményéről számoltak be. Ámde míg a fűszerpaprika festéktartalmának előrejelzése a hőmérséklet és a fenofázisok megfelelő mutatóival megnyugtató módon megoldható, addig a termésátlag előrejelzési modell kevésbé kiforrott és korlátozottabban használható.

A növény-talaj-időjárás rendszer leírására a legösszetettebb módszer a dinamikus (szimulációs) modell. Különbö almodellben kell leírni a talajban és a levegőben lezajló folyamatokat. A modellalkotás kísérleteiről számolt be *Dunkel Zoltán*, *Hunkár Márta* és *Zárbok Zsolt*. Az általuk felépített modell központi része a fotoszintézist és a légzést meghatározó összefüggés. Ebből kiindulva határozható meg a tömeggyarapodás ill. a vegetáció végére várható termés mennyisége.

*Antal Emánuel* az előadásorozatot befejező zárszavában kiemelte az évről-évre megrendezésre kerülő Meteorológiai Tudományos Napok tudományos és gyakorlati jelentőségét. A nagyszámú hallgatóság és az előadások után elhangzott vita bizonyítja, hogy az ülésszak a várakozásokat kielégítette. Különösen örven-

detesnek mondotta azt, hogy a hallgatóság soraiban szép számban jelen voltak más tudományágak és társintézmények képviselői is.

Az előadások mindenesetre hű képet adtak a hazai agrometeorológiai kutatásokról és a mezőgazdasági igényeit egyre jobban kielégítő agrometeorológiai szolgáltatások egy részéről.

(A fokozott érdeklődésre tekintettel az előadásokat teljes terjedelmükben folyóiratunk következő, összevont kettős számában közöljük. Szerk.)

Kozma F.

✱

## A WMO EURÓPAI TERÜLETI BIZOTTSÁGÁNAK (RA—VI.) KILENCEDIK ÜLÉSSZAKA

1986. szeptember 8–19 között zajlott le Potsdamban az európai régió legmagasabb szintű meteorológus tanácskozása, az RA—VI. kilencedik ülészsaka. A négyévenként megrendezésre kerülő ülészsakon a régió 36 tagállama közül 31 ország küldöttei voltak jelen, csupán Albánia, Dánia, Libanon, Luxemburg és Málta nem képviseltette magát. Magyar részről Barát József az OMSZ elnöke és Ambrózy Pál a KMI igazgatója utazott Potsdamba.

A megnyitó ülésen részt vett és felszólalt H. Reichelt, az NDK minisztertanácsának elnökhelyettese, G. O. P. Obasi a WMO főtitkára, W. Seidel, Potsdam polgármestere, W. Böhme az NDK Meteorológiai Szolgálatának vezetője és L. A. Mendes Victor, az RA—VI. ügyvezető elnöke.

A tárgyalás kezdetben két munkabizottságban folyt, az egyiknek ír, a másiknak bolgár elnöke volt. A munkabizottságokban szerkesztett írásos anyag vitájára és jegyzőkönyvbé vételére plenáris üléseken került sor.

Az ülészsak összesen 27 határozatot hozott, melyek közül hat munkacsoport létrehozásáról, nyolc pedig rapportör kijelöléséről szól. Mindegyikük számára az elkövetkezendő négyéves periódusra konkrét feladatokat szabott meg az ülészsak. Az alábbiakban a fontosabb határozatokat ismertetjük, valamint azokat a Magyarországra számára is említésre méltó jegyzőkönyvi megjegyzéseket, amelyek határozathozatali nem igényeltek.

a) Szinte minden napirendi pontnál megvitásra került a WMO második hosszú távú tervének oda vonatkozó fejezete. Míthogy a WMO számos különböző testülete korábban már módosító javaslatait megtette, ezúttal sok változtatásra nem került sor. Elhangzott viszont több kritikai megjegyzés a hosszú távú terv terjedelmével (több száz oldal) és sok ismétlésével kapcsolatban.

b) Higgadt, mértéktartó és előrettekintő vita követte a Nemzetközi Atomenergiaügynökség két egyezménytervezetének bemutatását, melyek a nukleáris balesetek bejelentésére, ill.

balesetek esetén foganatosítandó segítségnyújtásra vonatkoznak. A bizottság úgy véli, a WMO globális távközlési rendszere (GTS) alkalmas lenne az ilyen jellegű gyors tájékoztatók továbbítására. Ugyancsak sok segítséget nyújthatnak a meteorológiai szolgálatok a rádióaktív szennyezőanyagok terjedésének előrejelzésével. Várható, hogy a WMO és az IAEA között döntés születik e fontos kérdésekben.

c) A Globális Megfigyelő Rendszer (GOS) szárazföldi elemei Európában szinte teljes mértékben kielégítik az igényeket, egyedül a 06 és 18 UTC-s magassági szélmerések sűrűsége nem elegendő ahhoz, hogy a finom felbontású modellek számára pontos kiindulási mezők készülhessenek. Tengerek fölött még rosszabb a helyzet, ez alól a Balti- és a Földközi-tenger sem kivétel. Az Atlanti-óceánon jelenleg működő megfigyelő rendszert (NAOS) néhány év múlva az Észak-Atlanti Összetett Megfigyelő Rendszer (COSNA) váltja fel, aminek a WMO várja a tagországok anyagi és szellemi hozzájárulását.

A műholdas adatok egyre jobban beépülnek a napi meteorológiai adatgyűjtő és előrejelző tevékenységbe. Ugyanakkor némi megtorpanás tapasztalható a meteorológiai műholdakat üzemeltető országok ilyen irányú tevékenységében. Éppen ezért a bizottság kéri az említett országokat, hogy a jövőben is legalább a jelenlegi szinten biztosítsák a műholdak működését és az adatokhoz való hozzáférést.

Elismeréssel nyugtázta az ülészsak a nemzeti referencia piranométerek és elektronikus napfénytartammérők budapesti összehasonlítását. A feladatot a magyar szolgálat az RA—VI előző ülésén vállalta el, a mostani ülésre az összehasonlítás eredményeit közzé kiadvány is már napvilágot látott.

Gyors fejlődés tanúi lehetünk az időjárásiradarokkal végzett méréseknek. Egyre jobban terjednek a digitalizált képeket szolgáltató radarok. Ez egyben új formátumot igényel az adatok továbbítására, sőt új feladatok elé állítja a távközlési rendszereket is. Nyugat-Európában kialakulóban van a szél és turbulencia vertikális profiljának mérésére szolgáló radarkészülékek hálózata. Ez új fejezetet nyithat a légkör dinamikájának jobb megismerésében.

d) Az előrejelző világ-, regionális és nemzeti központok produktumai egyre gazdagabbak és pontosabbak. Rendszeres cseréjükre a régióon belül sor kerül, így alapvető változtatásokra, hiánypótlásra bizottsági szinten nincs szükség. A rácspon-értékek formájában (GRID/GRIB kód) továbbított analízisek, ill. előrejelzések formai követelményein némi pontosítás történt, ez most bekerült a *Manual of the GDPS* megfelelő fejezetébe.

Befejezte működését az a szakértői csoport, amely a veszélyes időjárás jelenségek jelzésének cseréjére dolgozott ki javaslatot. A bizottság elfogadta a javasolt kódot és ajánlja a tag-

országoknak bilaterális vagy multilaterális szintű használatát, a felmerülő igényeknek megfelelően.

1987 novemberétől a SYNOP táviratokban minden 500 m tengerfelszín fölötti magasság fölött levő állomásról kötelező az állomásszinti nyomásérték megadása.

A WMO Agrometeorológiai Bizottságának az a kérése, hogy a globális és regionális adatcsere terjedjen ki sugárzási, párolgási és más elemekre, az RA-VI. asztalára is odakerült. Bizonyos kérések (pl. csapadékadatok 6 óránkénti globális cseréje) már most teljesíthetők, másoknál (pl. párolgás, sugárzási egyenleg, hővastagság) még előbb egységes mérési eljárás elfogadása szükséges, mielőtt ezek továbbítására sor kerülhet.

e) A meteorológiai távközlési központok korszerűsítése, automatizálása elég differenciáltan folyik. Míg a régió jelentős részében már 9600 bit/s sebességgel történik az adatcsere automatikus központok között, addig a régió délkeleti országaiban még mindig 50 bit/s-es az adatáramlás, kézi válogatással és adatrányítással. Ilyen korlátozott kapacitás mellett a térség országai nem is juthatnak hozzá a nagy előrejelző központok GRID előrejelzéseiseihez. A távközlési hálózat gyenge pontjai az ellenirányú adatáramlásra (adatgyűjtés) is rossz hatással vannak: a régió délkeleti és délnyugati részéből késve és hiányosan érkeznek a táviratok a regionális és világgözpontokba.

Az egyre hatalmasabb mennyiségű számszerű és térképes információ továbbítása és tárolása még a fejlettebb központokat is meglehetősen igénybeveszi. Ezért kívánatos, hogy a térképek helyébe mindinkább kódolt formájú digitális produktumok lépjenek.

Az adatforgalmazás automatizálása egyúttal azt is lehetővé tette, hogy kialakuljanak regionális és nemzeti adatbankok, amelyek elérhetők a GTS-en keresztül. Az adatok tényleges hozzáférésehez egységes, globális méretű adatlekérdező rendszert célszerű kialakítani.

f) Az Éghajlati Világprogram (WCP) egyes összetevői részletes megvitatásra kerültek. Az éghajlati adatok gyűjtése és feldolgozása terén a bizottság kéri a tagországokat a

- CLIMAT állomáshálózat sűrítésére;
- az eredeti észlelési feljegyzések megőrzése mellett az adatok masszív adathordozókon történő tárolására;
- az éghajlati adatok feldolgozására kifejlesztett CLICOM project specifikációinak teljesítésére;
- állomástörténeti feljegyzések és adatkatalógusok készítésére;
- részvétellel az éghajlati anomáliák regionális földterítésében.

Köszönettel nyugtázta a bizottság Európa Éghajlati Atlasza második térképsorozatának elkészültét, ugyanakkor sajnálattal állapította meg, hogy a megjelentetésre, ami igen költséges, nincs anyagi forrás. Ezért meg kell vizs-

gálni, van-e lehetőség olcsóbb, igénytelenebb előállításra.

Igen aktív munka folyt az energiagazdálkodás éghajlati vonatkozásainak földterítése érdekében. Az e tárgyban készült felmérés a WCP publikációk sorában jelenik meg.

A szovjet szolgálat egy Technical Note megírását vállalta a szél- és napenergia generátorok meteorológiai kiszolgálásának módszertani kérdéseiről.

A WCP-hez való hozzájárulásként a holland kormány 1987-ben munkautlést szervez az éghajlatingadozások és a tengerszint emelkedés kapcsolatának és lehetséges következményeinek földterítésére.

g) A háttérszennyeződést mérő állomások mérési eredményeinek összehasonlíthatósága rendkívül fontos, ezért a bizottság kéri az üzelmeltetőket az utasítások pontos betartására. Egyes elemek mérésére vonatkozóan kiegészítő szabályzat készült. A Szovjetunió javaslatot tett integrált háttérszennyeződést figyelő rendszer létrehozására, ami nem csak a légköri, hanem az egyéb szférákban megjelenő háttérszennyeződést is követi. Minthogy a legtöbb országban ez nem egy főhatósághoz tartozik, a lehetőségek alapos földterítésére rapportórt kért fel a bizottság.

h) Nagy fontosságot tulajdonít a bizottság az ózonméréseknek. Kéri a potsdami regionális ózonközpontot, hogy 1988 nyarán szervezze meg a Dobson-spektrofotométerek összehasonlítását. Kéri a háttérszennyeződést mérő állomások üzemeltetőit, hogy mérjenek talajközei ózonkoncentrációt az állomásokon.

i) A bizottság köszönetét fejezte ki az agrometeorológiai munkacsoportnak a „burgonya agrometeorológiája” terén készített jelentéseiről. E tárgyban 1987-ban Hollandiában szimpóziumot rendeznek. Szóba került, hogy a munkacsoportnak foglalkoznia kellene az ipari területek környezetének elsivatagosodásával.

j) 1982-ben lépett üzembe az INMARSAT műholdas tengeri távközlési rendszer. Azóta igen jelentősen megnőtt a használata a hajókon végzett meteorológiai mérések parti állomásokra történő továbbításában. Ellenkező irányú adatáramlás is van: előrejelzések és veszélyjelzések továbbítására is használják ezt a rendszert. 1984 októbere óta sodródó bójákra szerelt automata állomások is működnek az észak-atlanti térségben.

k) A bizottság fontosnak tartja a hidrológiai vonatkozó éghajlati kutatásokat, elsősorban az éghajlatingadozások vizsgálata területén. Ugyanakkor - kellő érdeklődés hiánya miatt - nem folytatódik a tavak párolgásának meghatározására szolgáló módszerek regionális összehasonlítása.

l) A technikai segélynyújtás lehetőségeinek tárgyalásakor általános megállapítások és javaslatok mellett egy konkrét döntés született. A régió délkeleti részének a WWW szinte minden funkciójában mutatkozó lemaradásának

csökkentésére egy két fős szakértői bizottság tesz 1987 elején javaslatot. A végrehajtáshoz – VCP, UNDP segélyeket és bilaterális együttműködéseket felhasználva – 1987-ben kell hozzáfogni.

Végül a tisztviselők megválasztása során az RA – VI. elnöki tisztségére titkos szavazás nélkül az eddigi ügyvezető elnököt, a portugál *L. A. Mendes Victort* választotta meg a bizottság. Az alelnök – ugyancsak közfelkiáltásra – *E. Jatila* (Finnország) lett.

*Ambrózy P.*

✱

## A WMO LÉGKÖRI TUDOMÁNYOK BIZOTTSÁGÁNAK IX. ÜLÉSE

A WMO Légköri Tudományok Bizottságának (*Commission for Atmospheric Sciences – CAS*) IX. ülése 1986. október 6-a és 17-e között zajlott le. Az ülésen a Világszervezet 44 tagállamának képviselőjében 74 delegátus, valamint az IUGG/IAMAP képviselője vett részt, a WMO főtitkárát *V. Boldirev* képviselte. A tanácskozás színhelye a szófiai *Ljudmila Zsivkova* Nemzeti Kultúrközpont volt.

Az ülés napirendjén hat fő téma megtárgyalása szerepelt. E témák – és azok sorrendje – jól tükrözi, hogy napjainkban – és az elkövetkező években – a világ meteorológus közössége milyen prioritással mely feladatok megoldására helyezi a hangsúlyt.

1. *Prognosztikai kutatások.* A különböző időskálájú előrejelzések – a 0–2 órás „now-casting”, a 2–12 órás ultrarövidtávú prognosztika, a 3 napig terjedő rövidtávú prognosztika, a 3–10 napos középtávú és a 10 napon túli hosszútávú prognosztika – elméleti módszereinek fejlesztése változatlanul a meteorológia tudományának legfontosabb célkitűzése. Az előrejelzési intervallum rövid és középtávú tartományában az erőfeszítéseket elsősorban az objektivitás fokozására, valamint a modern megfigyelési technikák segítségével nyert információk (pl. radar és műhold adatok) hatékonyabb hasznosítására kell fordítani. A havi és évszakos időtávra szóló éghajlati prognózisoknál a módszerek tökéletesebbé tételén kívül elsősorban a közreadási forma fejlesztésére (a valószínűségi szintek feltüntetésére, a felhasználó-orientált interpretációra) kell súlyt fektetni.

2. *Trópusi meteorológia.* A trópusi ciklonok, a monszun-folyamatok, valamint a szemiárid zóna és a trópusi területek aszályai azok a kérdések, amelyek további vizsgálatot követelnek. Az éghajlati prognózisok módszereinek tökéletesebbé tétele megkívánja a trópusok és a mérsékelt földrajzi szélességek légköri kölcsönhatásainak mélyebb megértését.

3. *Levegőkémia és légszennyeződés.* A környezetvédelem, valamint az antropogén eredetű

klimamódosulás kivédése a magasabb szintű államközi együttműködés kiépítésével párhuzamosan a jövőben is beható levegőkémiai kutatások folytatását igényli. Az elméleti munka egyik alappillére a légkör kémiai összetételében bekövetkező változások pontos nyomkövetése. Ezért a CAS szerint a háttér-szennyeződési monitoring hálózatnak (BAPMON) az elérhető legnagyobb pontossággal és megbízhatósággal kell működnie. Ehhez az szükséges, hogy minden állomáson kellően képzett technikai és tudományos személyzet legyen.

4. *Felhőfizika és időjárás módosítás.* E téma területén belül a jégesőelhárítás, a meleg (fagy-pont feletti hőmérsékletű) felhőkből történő csapadékkeltés és a nemkívánatos lokális időjárás módosulás problémája áll az érdeklődés és egyben a tudományos megalapozottságot igénylő légkörfizikai feladatok homlokterében.

5. *Klimakutatás.* Mivel az éghajlati problémák kutatásának nemzetközi összehangolása két szervezetben (a CAS és a WMO/ICSU Éghajlatkutatási Világprogram keretében) történik, fontos kérdés volt az illetékességi körök pontos elhatárolása. A meghozott határozat értelmében a jövőben a CAS elsősorban a klímdiagnosztika, a sugárzásilag aktív légköri nyomananyagok monitoringja és a sztratoszféra/troposzféra kölcsönhatások tanulmányozása területén fejti ki tevékenységét. A következő évek során az elméleti klímakutatások jelentősége feltételezhetően tovább növekszik majd az ICSU által kezdeményezett Nemzetközi Geoszféra – Bioszféra Program (IGBP) elindításával.

6. *Egyéb tudományos tevékenység.* Ide tartozik a légköri határréteggel, a légköri ózonnal, a középső légkör folyamataival, a légköri sugárzásátvitellel, valamint a műholdas adatok kutatási hasznosításával összefüggő kérdések tanulmányozása. Az ülés foglalkozott az új négy nyelvű nemzetközi meteorológiai szótár hosszú évek óta tartó előkészületeinek állásával; minden remény szerint a szótár az 1987. év végéig elkészül.

További napirendi pontok keretében a CAS tagjai megvitatták a WMO második, 1988-tól 1997-ig terjedő távlati terveinek tudományos vonatkozásait, majd áttekintették a CAS és a WMO Végrehajtó Tanácsa határozatainak és ajánlásainak végrehajtását. A lebonyolított választások eredményeképpen a CAS elnöke a következő négyéves ciklusban ismét *F. Mesinger* (Jugoszlávia) lesz; az új alelnök *D. J. Gauntlett* (Ausztrália).

Az ülés *F. Mesinger* szavazával ért véget. Véleményét magam is osztom: az ülésen elhangzottak komoly segítséget nyújtanak a meteorológiai szolgálatok jövőbeni kutatási tevékenységének megszervezéséhez, a fő irányok kijelöléséhez és a nemzetközi együttműködés előnyeinek jobb kiaknázásához.

*Götz G.*

## SZERZŐINK FIGYELMÉBE

## NOTES TO THE AUTHORS

Az IDŐJÁRÁS célja az elméleti és alkalmazott meteorológia tárgykörébe tartozó tanulmányok publikálása. A tanulmányok új kutatási eredményeket tartalmazó beszámolók, illetve adott szakterület időszerű kérdéseit összefoglaló kritikai szemlecek lehetnek. A közlés nyelve: magyar vagy angol. A kettes sortávolsággal gépelt kéziratok két példányban küldendők be a következő címre: **Időjárás Szerkesztősége 1525 Budapest, Pl. 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 oldalon, 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); szerzők esetén: *Bacsó et al.*, (1953). Ha adott szerzők ugyanazon évben publikált több cikkére hivatkoznak, akkor az évszámhoz *a*, *b* stb. betűket frunk. 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 off **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 felel: dr. Szepesiné Lőrincz Anna  
Szerkesztőség: 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.  
Levélcím: 1525 Budapest, Pf. 38. Tel.: 353-500

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 2  
Felelős kiadó: Siklósi Norbert vezérigazgató



87.100 MGKSZ Nyomda, Budapest — Ives ofszetnyomás  
Felelős vezető: Mázi Ferenc

---

INDEX: 26 361

**HU ISSN 0324—6329**