

Göte Gmel

IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

TARTALOM

Péczely György: A Csendes óceán trópusi övezetének csapadékingadozásai (angol nyelven) 1

Olberg, M.: A horizontális szélvektor statisztikai entrópiája Potsdamban (német nyelven) 17

Csuri I. Júlia—Császár Margit: Élő szervezetben mért szerotonin és a meteorológiai tényezők változása 31

Simon Antal: Monszun '77 — Kutatóút az Indiai óceánon 35

Faragó Tibor: Néhány megjegyzés a súrlódásos áramlás sebességéről 41

Borbély Edit: Tervezet a légkör középső rétegének kutatására 44

Krónika 47

CONTENTS

Péczely, G.: Fluctuation of Precipitation in the Tropical Zone of the Pacific (in English) 1

Olberg, M.: The Statistical entropy of the horizontal wind vector in Potsdam (in German)..... 17

Csuri, I. J.—Császár, M.: Biogenic Amines Measured in Living Organisms and changes of meteorological elements.... 31

Simon, A.: Monsoon-'77, Research expedition on the Indian Ocean 35

Faragó, T.: Some Remarks on the Velocity of Flow with Friction 41

Borbély, E.: Middle Atmosphere Program (MAP) 44

Chronicle..... 47

IDŐJÁRÁS

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

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG – EDITORIAL BOARD:

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

ELNÖK – CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD:

BODOLAI I. (Budapest)

SZERKESZTŐ – EDITOR: LÓRINCZ ANNA (Budapest)

Szerkesztőség – Editorial Office:

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

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 1. szám. 1978. jan.—febr.
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82, No 1 January-February 1978 Budapest

Fluctuation of Precipitation in the Tropical Zone of the Pacific

G. PÉCZELY, Chair of Climatology, József Attila University, Szeged

A Csendes-óceán trópusi övezetének csapadékingadozásai. A tanulmány a Csendes-óceán trópusi övezetében lezajló szélsőséges csapadékingadozások térbeli rendszerének részletes bemutatása és a Föld különböző klímaterületeinek csapadékváltozásaiával fennálló kapcsolatok elemzése után (1., 3., 4., 5. ábrák, I. táblázat) a jelenség okainak megvilágításával foglalkozik. A Csendes-óceán keleti térségéből rendelkezésre álló vízhőmérséklet adatok alapján kimutatható, hogy az egyenlítői övezet csapadékingadozásai a Peru-áramlat egyenlítői szakaszán és a dél-egyenlítői-áramlat hideg keleti szakaszán lezajló vízhőmérséklet változásokkal mutatnak szoros kapcsolatot (II., III., IV. táblázat, 6., 7. ábrák). Elemzi a tanulmány a Csendes-óceán trópusi övezetének csapadékeloszlási típusait (V., VI., VII. táblázat), majd további kapcsolatokat mutat be a Csendes-óceán fölötti cirkuláció és az egyenlítői övezet csapadékváltozásainak viszonylatában (8. ábra, VIII., IX. táblázat).

✱

Колебания атмосферных осадков в тропической зоне Тихого океана. После подробного описания территориальной системы экстремальных колебаний атмосферных осадков и анализа ее связей с изменениями осадков в различных климатических зонах Земли (рис. 1, 3, 4, 5, табл. I), в работе рассматриваются причины этого явления. По имеющимся данным о температуре воды восточной части Тихого океана можно показать, что колебания климата экваториальной зоны тесно связаны с изменениями температуры воды, происходящими в экваториальной зоне Перуанского течения и в холодной восточной части южного экваториального течения (таблицы II, III, IV, рис. 6, 7). Анализируются типы распределения осадков в тропической зоне Тихого океана (таблицы V, VI, VII), и рассматриваются дополнительные связи между циркуляцией над Тихим океаном и изменениями осадков в экваториальной зоне (рис. 8, таблицы VIII, IX).

✱

1. Introduction

It is known for some time, that, in the tropical zone of the Pacific, the annual amount of precipitation is exhibiting, from year to year, very large fluctuations, extremely dry years being followed by extremely wet ones [1]. In order of illustrating this extreme behaviour, we are presenting for some characteristic stations, situated in the zone 10°N to 10°S of the Pacific, the highest and lowest annual precipitations which occurred during the period 1951 to 1960. The quotient of highest and lowest precipitations during this decade varied from 5 to 16, moreover, on the station which is possessing the longest series of observations in the area, Ocean Island, this quotient has for the period 1903 to 1970 the value of 18 (Table I.). In the continental areas of

the temperate region having relatively capricious precipitation conditions, this quotient is varying between the values 2.5 and 4.

This extremely high fluctuation of precipitations is, according to the observations, exhibited on a very large area, from about the Nauru Island (167°E) to the shores of Ecuador and northern Peru (75–80°W), that is, to a length of 13 000 kilometres along the Equator, and appears mostly in a synchronic

TABLE I—I. TÁBLÁZAT

Extreme values of the annual precipitation amount [mm]. A csapadék évi összegeinek szélsőségei [mm]

Station	Longitude	Periode	Max.	Year	Min.	Year	Ratio
Ocean Island	170°E	1903–1970	4448	1919	247	1950	1 : 18,01
Ocean Island	170°E	1951–1960	3470	1953	375	1956	1 : 9.25
Arorae Island	178°E	1951–1960	2455	1958	448	1956	1 : 5.48
Gardner Island	175°W	1951–1960	2724	1958	561	1954	1 : 4,86
Christmas Island	157°W	1951–1960	1571	1958	174	1954	1 : 9.03
San Cristobal	90°W	1951–1960	1424	1953	91	1960	1 : 15.65

way, that is, in this large tropical region, having a length of nearly one third of the whole length of the Equator, wet and dry years are presenting themselves according to one and the same rhythm.

In the course of the past decade, a rather copious amount of observations had been published from the Pacific region in the field of precipitation data and data of maritime climatology. The analysis of this material is yielding further possibilities for a more detailed description of this phenomenon, which could be called the largest weather phenomenon of the world, and for the detection of its mechanism.

2. Geographical Regime of the Variability of Precipitation

The basic features of the areal distribution of extremely high variability in precipitations is already shown by a network possessing a rather low density [1, 2]. In order of a more detailed investigation of the structure of precipitation variability, we determined, for 78 stations situated between the latitudes 35°N and 35°S, and the longitudes 140°E and 70°W, from precipitation amounts in the years 1951–1960, the value of the variation coefficient

$$C_v = \sigma/M$$

That is, the scatter σ of the annual precipitation amounts as expressed in units of the mean annual precipitation amount M (Fig. 1). The variation coefficient has its highest value on a narrow band around the Equator in a width of 5 to 8 degrees of meridian (600 to 900 kilometres), where, from the longitude 165°E to the shores of South America, everywhere values of 0.50 to 0.75 are found, and further, it can be followed to the shore of Central Chile, where C_v is at some places even higher than 0.75. It is worth while to cite some characteristic values, such as: Ocean Island, 0.62; Gardner Island, 0.53; Canton Island, 0.55; Christmas Island, 0.53; San Cristobal (Galapagos Islands), 0.79; Coquimbo in Central Chile, 0.81. It will be noted, that the desertic zone on the shores of Peru and Northern Chile has been omitted from this analysis, as in the case of an annual

precipitation lower than 100 mm, the value of C_v suffers an unrealistic distortion.

The geographical distribution of high precipitation variability is exhibiting a coincidence with the cold Peru current proceeding along the western shores of America and turning to the west at the Equator, or respectively, with its continuation, the Southern Equatorial current, the eastern sector of which is a similarly cool one. It appears, that the zone of high precipitation variability

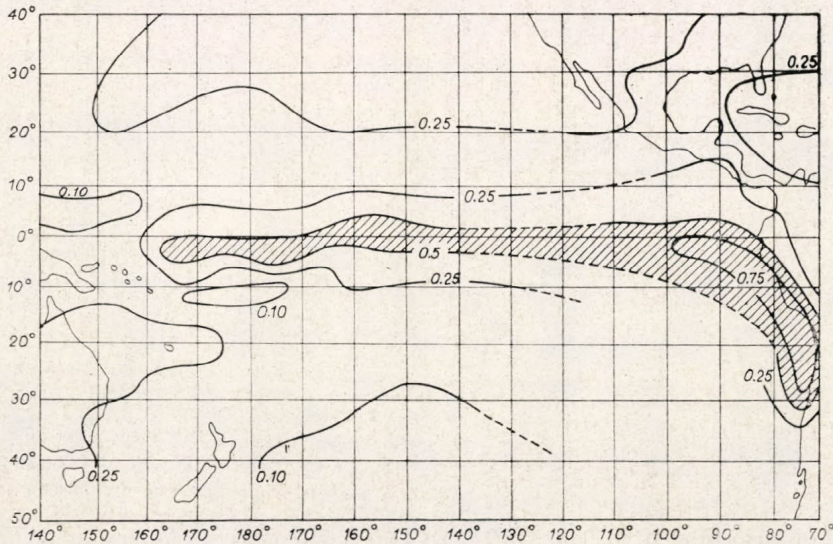


Fig. 1: Variation factor C_v of annual precipitation amounts
 1. ábra: Évi csapadékösszegek C_v variációs tényezője

is formed in the region of influence of this current (at least in the eastern half of the Pacific). It is well known that cold maritime currents have the effect of cooling constantly the air from downward, they are producing a permanent stable condition of equilibrium and, in this way, they are inducing shortage in precipitation. On the other hand, the abundant precipitation occurring in some years, causing the high variability in precipitation, is indicating, that on the equatorial sector of the Peru current and, respectively, on the cold eastern sector of the Southern Equatorial current, essential variations of temperature are occurring; the cold character of the currents in the equatorial region is, during some periods, becoming blurred or disappears almost entirely.

This is well supported by the highest and lowest monthly mean water temperatures observed during 10 years (1961–1970) at the station 60005 (2°S, 107°W), reproduced in Table II [3] which are indicating an extraordinarily

TABLE II II. TÁBLÁZAT

Extreme values of monthly water temperature, centigrades. Station 60005, 1961–1970. A vízhőmérséklet havi közepeinek szélsőségei, C°. 60005 számú mérőhely, 1961–1970.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Max.	26.0	26.1	27.2	27.4	27.3	26.0	24.5	24.4	24.4	24.2	24.2	25.0
Min.	20.0	23.5	25.0	25.1	23.7	23.2	21.0	20.1	19.7	19.9	20.5	20.4
△	6.0	2.6	2.2	2.3	3.6	2.8	3.5	4.3	4.7	4.3	3.7	4.6

high variation of water temperature in the surroundings of the site in question. On the basis of the data series of monthly mean water temperatures from the period 1961–1970 [3] we are possessing the possibility to carry out a regional analysis of temperature variations as well. In order to do this, we determined,

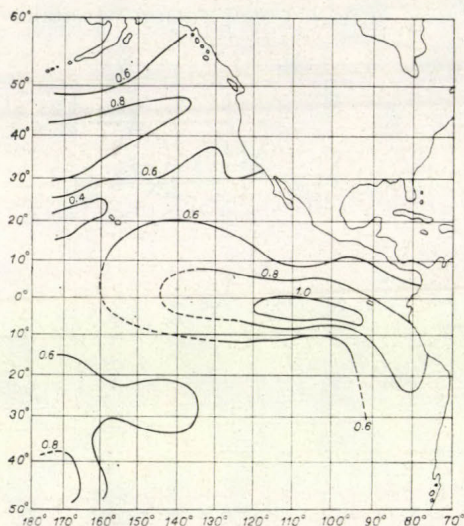


Fig. 2: Averages scatter of water temperatures, centigrade

2. ábra A vízhőmérséklet átlagos szórása, C°

for 31 observation sites, the scatter of the mean water temperatures, and on this basis, we computed arithmetical means of the scatter values of the 12 months and plotted these values on a chart (Fig. 2). From this figure, it is seen distinctly, that the highest variation of surface water temperature is experienced in the equatorial sector of the Peru current and on the eastern sector of the Southern Equatorial current, and the axes of the areas with a maximum variability of water temperature and of precipitation are coinciding on the southern half of the tropical Pacific.

Analysing the synchronicity of wet and dry periods in the tropical Pacific, we selected two representative stations from the equatorial belt (Ocean Island and Christmas Island) and correlated their precipitations during 1951–1960 with the annual precipitation of stations situated in the area limited by the circles of longitude 130°E and 70°W and the circles of latitude 40°N and 40°S. The isometric curves obtained from these correlation coefficients are presented on Figures 3 and 4. Although the distance between the two sites of reference is equal to 3700 kilometres, the systems of isocorrelation curves is for both stations essentially the same. This strong positive correlation (that is, the synchronicity of precipitation fluctuations) can be followed along the Equator on a narrow and elongated belt to the shores of South America, as indicated by the location of the rather high value of the correlation coefficient 0,75, which can be regarded, for such a short series of data, as a significant one. It should be noted that the area of high correlation coefficients is extending, on the western shore of South America, to the latitude of 25°–30°S along the Peru current. Our charts are exhibiting in more detail the well-known fact that southwards from the Equator, in the areas between latitudes 15° and 20°S the wet and dry years are possessing approximately an opposite phase as compared

to that of the equatorial belt. [1]According to our analysis a similar trend can be observed north to the Equator, in the area located between 15° and 20°N.

Using the annual precipitation amounts observed at Ocean Island during the period 1903–1970, we carried out further investigations of correlation.

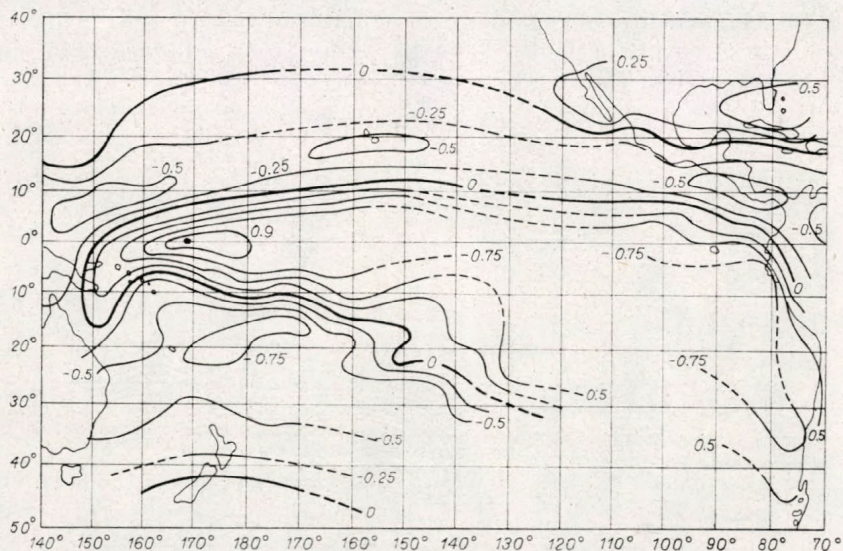


Fig. 3: Correlation between the annual precipitation amount of Ocean Island and the annual precipitation amounts in the area of the Pacific.

3. ábra: Korreláció az Óceán-sziget és a Csendes-óceán térségének évi csapadékösszegei között

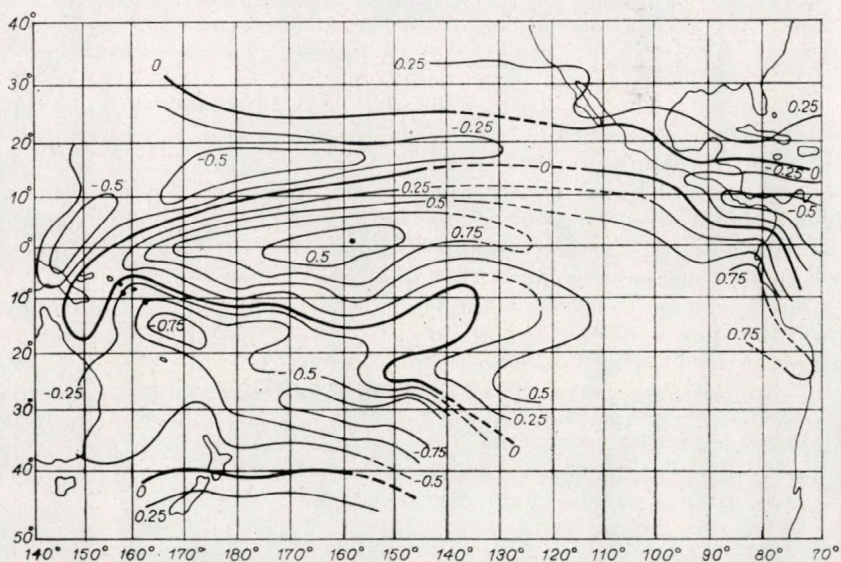


Fig. 4: Correlation between the annual precipitation amount of Christmas Island and the annual precipitation amounts in the area of the Pacific.

4. ábra: Korreláció a Christmas-sziget és a Csendes-óceán térségének évi csapadékösszegei között

We determined correlation coefficients to 120 stations situated in various climatic regions of the Earth, and we plotted on maps the systems of isocorrelational curves (*Fig. 5*). Without a detailed interpretation of the very characteristic geographical system of the correlation coefficients, we are presenting only some characteristic peculiarities.

A further synchronal region to the equatorial belt of the Pacific can be found in the area of the Gulf of Mexico, while areas exhibiting an opposite phase are located in the northern-northeastern part of South America from Venezuela to the Amazonas estuary. This area of negative correlation is prob-

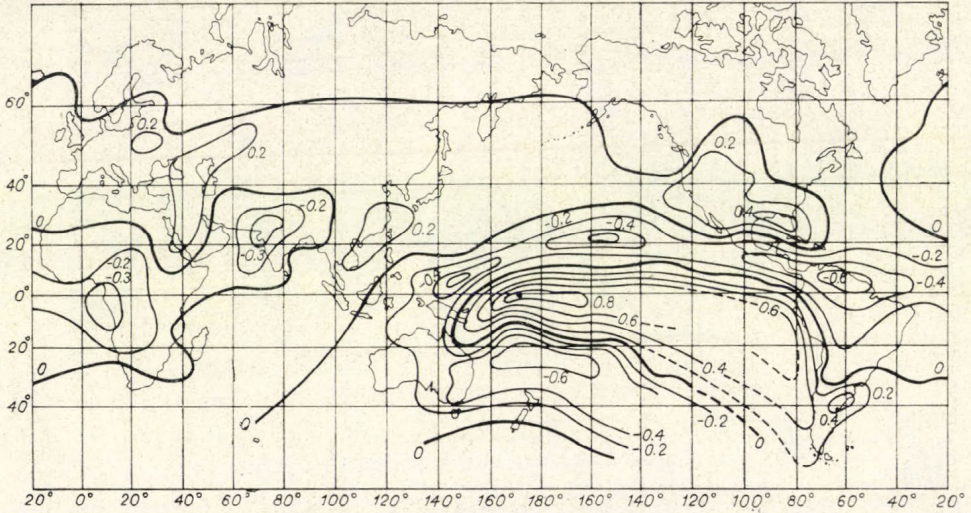


Fig. 5: Correlation between the annual precipitation amount of Ocean Island and the annual precipitation amounts of various areas Earth.

5. ábra: Korreláció az Óceán-sziget és a Föld különböző területeinek évi csapadékösszegei között

ably continuing in the equatorial belt of the Atlantic and through the shore of Western Africa it can be followed to the tropical region of continental Africa. Finally, a greater connected area of negative correlation is found on the western and central parts of India. Thus it appears that an essential part of the tropical belt of our planet is reacting on the fluctuations of precipitation in the equatorial belt of the Pacific. Further it could be assumed, that the cold Benguela current, which is progressing as far as the equatorial belt of the Atlantic, is possessing a similar relation to the well-known high variability of precipitation experienced on the shores of Western Africa [2] as the Peru current is possessing in the region of the Pacific; however, it appears, that between these two systems, an asynchronicity is existing. This problem is possessing an interest from the point of view of the general circulation. Its analysis, however, must be here omitted.

3) Relation Existing between Precipitation Fluctuations and Water Temperatures of the Sea

It is a well-known fact that the precipitation in the equatorial belt of the Pacific is changing in the same sense as the average sea water temperature of the area [4]. In the case of the occurrence of essential positive anomalies of sea

water temperature it can be demonstrated, that the water surface temperature is higher than air temperature measured on the islands, a circumstance which is favourable for the production of convective currents and is leading to frequent and abundant precipitations. On the other hand, in the case of strong negative anomalies of sea water temperature, air temperature is higher, and thus, in the equatorial belt of the Ocean, a temperature inversion is produced in the near-the-ground air layers and precipitation shortage is occurring [5]. In the following, we are pointing out some further peculiarities of this relation.

We investigated the statistical relation existing between the average

TABLE III - III. TÁBLÁZAT

Correlation coefficient (r) between the anomalies of the monthly mean temperature of the water surface and the monthly precipitation anomalies in the equatorial belt of the Pacific. A korrelációs együttható (r) a vízfelszín havi középhőmérsékletének anomáliái és a Csendes-óceán egyenlítői övezetének havi csapadékanomáliái között. Incomplete data series.* Hiányos adatsorok*

Station	Latitude	Longitude	r
11 611	12,5°N	162,2°W	0,060
14 34	14,5°N	146,0°W	0,090
11 284	19,0°N	126,6°W	0,036
11 130	15,1°N	111,5°W	0,227
11 934	14,0°N	94,9°W	0,164
10 617 *	2,5°N	168,5°W	0,545
10 221 *	3,5°N	122,4°W	0,186
00 814	2,2°N	85,4°W	0,576
60 005	1,7°S	106,5°W	0,584
60 966	7,2°S	97,4°W	0,458
60 692 *	10,4°S	164,0°W	0,240
61 572	18,5°S	153,5°W	-0,007
61 234	14,7°S	125,6°W	0,432
51 728	13,2°S	78,8°W	0,429
51 782 *	19,5°S	73,9°W	0,095

monthly mean temperature of the equatorial belt of the Pacific and the surface water temperatures measured at different sites of the tropical region of the Pacific, extending from 20°N to 26°S and 170°E to 180°W. The average monthly precipitation of the equatorial belt has been represented by the arithmetical mean of the monthly precipitation amounts of the stations Tarawa (1°21'N, 172°56'E, Atuona (9°48'S, 139°02'W), San Cristobal (0°54'S, 89°37'W) and San Lorenzo (1°15'N, 79°00'W). The analysis was confined to the eight years 1962 to 1969. Monthly mean precipitations were expressed in per cents of the 8-year average values of monthly precipitation amounts. This series of data has been correlated to the monthly anomalies of surface water temperature on 15 stations of the mentioned tropical area. The correlation coefficient obtained from 96 pairs of values are contained in *Table III*. As seen from the table, there exists, within the equatorial belt, a statistically significant positive correlation between precipitation and water temperature anomalies, on the 1 per cent significance level, for $n = 96$ cases, $(r) > 0,26$ is to be regarded as a significant value. This correlation is strongest in a belt around the Equator with a width of 10 to 15 degrees of meridian, extending from the shores of South America to the longitude 110°W. Both to the north and to the south of this belt, the strength of the correlation is rapidly decreasing and becomes insignificant. Thus, the data are indicating, that

TABLE IV - IV. TÁBLÁZAT

Surface sea-water temperature (T_s) and the precipitation (c) in the equatorial belt. $1 = \Delta T_s$, centigrade on station 60005, $2 = \Delta C$, per cent, equatorial belt, $r_{1,2} = 0,584$. A felszíni tengervíz hőmérséklet (T_s) és az egyenlítői övezet csapadéka. (c) $1 = \Delta T_s$, °C, 60005 mérőhely, $2 = \Delta C$ %, egyenlítői övezet, $r_{1,2} = 0,584$

M	1962		1963		1964		1965		1966		1967		1969		Average	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Jan	-3,6	-10	0,1	-43	1,4	25	-0,5	-48	2,4	93	-0,2	16	-1,0	-18	23,6	168
Feb	0,0	-42	-0,3	-43	-0,4	-11	0,7	64	0,9	-6	0,1	2	-1,6	27	25,1	157
Mar	0,0	-54	0,3	-29	-0,3	57	1,1	6	-0,3	7	-0,5	-32	-1,1	87	26,1	198
Apr	-0,6	-43	0,7	-41	-1,2	-24	0,6	89	-0,2	-29	-0,1	-12	-0,5	64	26,3	192
Mai	-0,4	-33	0,9	-21	-1,3	-46	2,3	44	-2,5	32	0,1	10	-0,8	78	25,0	103
Jun	-0,4	-33	0,8	-26	-1,5	-50	1,3	56	-0,9	29	-0,1	-45	-0,1	74	24,7	126
Jul	-0,3	-30	0,9	38	-0,8	-63	1,0	50	0,0	14	-0,3	-5	0,6	-12	23,5	123
Aug	0,4	-7	1,3	21	-1,6	-46	2,0	79	-0,6	20	-2,3	-45	0,4	-49	22,4	71
Sep	-1,0	-32	0,7	0	-1,3	-65	2,4	87	-0,5	-5	-2,3	-14	0,6	-8	22,0	78
Oct	-1,3	-68	0,9	61	-1,0	-74	2,2	173	-0,5	-35	-2,1	-38	0,9	-13	22,0	85
Nov	-1,0	-61	1,1	72	-1,5	1	1,7	57	-1,0	45	-1,5	-67	0,8	-29	22,5	76
Dec	-0,7	-53	1,3	39	-2,0	-32	1,9	61	-1,0	5	-1,6	-12	1,0	27	23,1	114

the precipitation amount of the equatorial belt of the Pacific is depending most strongly on the changes of water temperature occurring in the equatorial sector of the Peru current and in the eastern sector of the Southern Equatorial current. The strongest correlation is appearing at the station 60005 which is possessing the highest variability of water temperature. Accordingly, we are in extense reproducing the data of this station (Table IV). The data are well illustrating the duration of both of the anomalies, having identical signs, of water temperature and of precipitation. It may be noted, that in the case when anomalies of a period longer than a month are correlated, we are obtaining still higher correlation coefficients, as in this case the less characteristical short-range fluctuations are eliminated from the data series. Thus, for instance, in the case of anomalies averaged for three months, we have, between the precipitation of the equatorial belt and the water temperature at station 60005 a correlation coefficient of 0.765, as compared to the value of 0.584 found for monthly anomalies. By this analysis it is demonstrated, that the length of a month is not sufficient for a temperature anomaly of this duration to exert an influence of the precipitation conditions of the equatorial belt of the Pacific.

The relation existing between water temperature and precipitation will be elucidated by further data. A strong correlation can be demonstrated between the temperature of the water surface and air temperature on the islands or, respectively, on the shore belt. Thus, for instance, at San Cristobal at the Galapagos Islands the correlation coefficient between air temperature and the monthly anomalies of

the water temperature at the surrounding stations 00814, 60005 and 60966 for data from the period 1962 to 1969 is equal to 0.853, thus we obtained a correlation coefficient that indicates a very strong unambiguous relationship. Accordingly, in the analysis of the relation existing between water temperature and precipitation, water temperature may be well replaced by air temperature data, which are available for a greater number of stations.

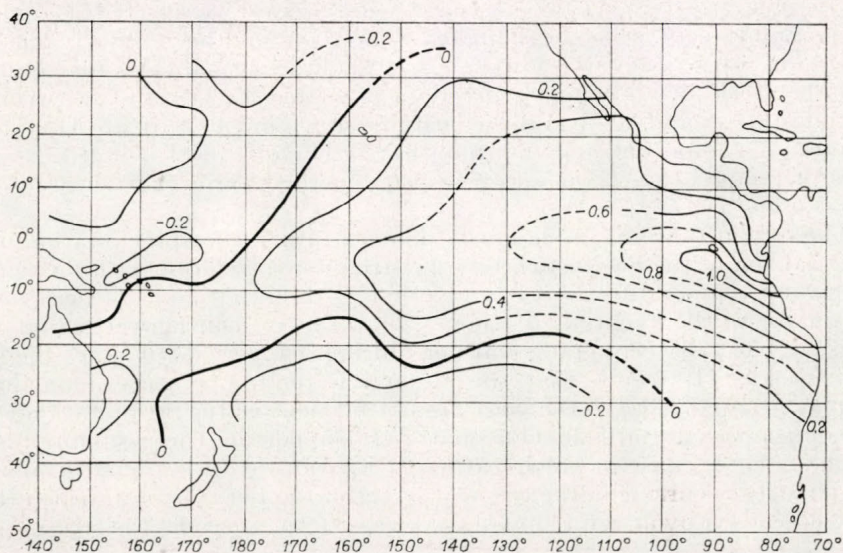


Fig. 6: Average anomalies of air temperature during the wet months of the equatorial belt of the Pacific. 6. ábra: A léghőmérséklet átlagos anomáliái a Csendes-óceán egyenlítői övezetének csapadékos hónapjaiban

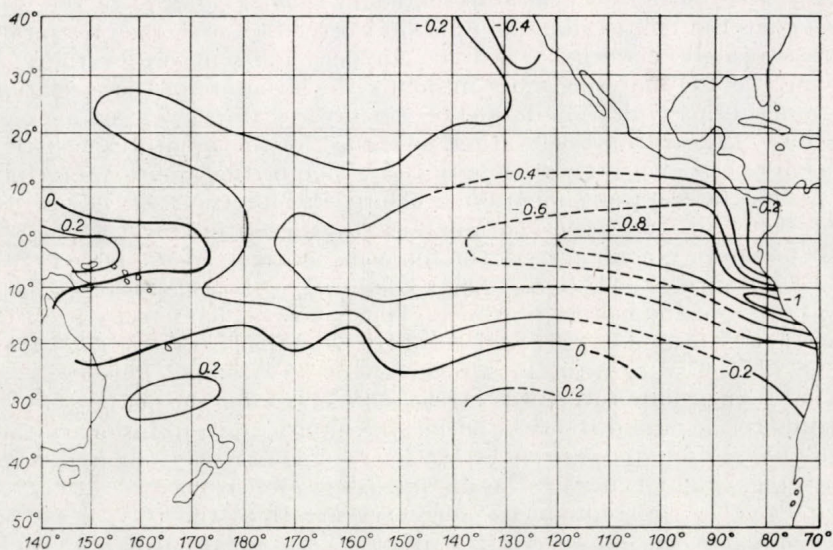


Fig. 7: Average anomalies of air temperature during the dry months of the equatorial belt of the Pacific. 7. ábra: A léghőmérséklet átlagos anomáliái a Csendes-óceán egyenlítői övezetének csapadékszegény hónapjaiban

On the basis of this consideration, we carried out the following investigation. We determined, for the period 1951–1960, the average monthly precipitation of the equatorial belt of the Pacific by using data of the following stations: Ocean Island ($0^{\circ}56'S$, $169^{\circ}35'E$); Tarawa ($1^{\circ}21'N$, $172^{\circ}56'E$); Arorae ($2^{\circ}40'S$, $176^{\circ}53'E$); Gardner Island ($4^{\circ}31'S$, $174^{\circ}34'W$); Canton Island ($2^{\circ}44'S$, $171^{\circ}43'W$); Fanning Island ($3^{\circ}51'N$, $159^{\circ}22'W$), Christmas Island ($1^{\circ}59'N$, $157^{\circ}22'W$); San Cristobal ($0^{\circ}54'S$, $89^{\circ}37'W$). From this data series, we selected the months, the precipitation of which was higher than 200% of the normal value (wet periods), or, respectively, was lower than 50% of the normal value (dry periods). From the series of air temperature data available for the area between the longitudes $140^{\circ}E$ and $70^{\circ}W$ and the latitudes $40^{\circ}N$ and $40^{\circ}S$ (in all, 41 stations) we determined, for wet and dry months of the equatorial belt, the average values of temperature anomalies. By plotting them on a chart, we obtained *Figures 6 and 7*.

These figures are unambiguously demonstrating, that precipitation in the equatorial belt of the Pacific exhibits the strongest correlation with the temperature (water temperature) of a band extending from the shores of Peru toward the Equator to the longitude of about 120° – $130^{\circ}W$. During wet periods, this area is by 0.6 to 1° centigrade warmer, during dry periods, it is by the same amount colder. It seems, that the air and water temperature anomalies of the areas situated more to the west are not influencing the precipitation conditions of the equatorial belt. Our charts are supporting the assumption, that the fundamental cause of precipitation fluctuations is to be found in temperature changes occurring in the tropical sector of the Peru current, which themselves are caused by actual rising of cold water from great depths.

4. Types of Precipitation Distribution in the Tropical Pacific Area

As it is seen from the charts presented on *Figures 3 and 4*, the precipitation of the equatorial belt exhibits an opposite correlation with the precipitation of the areas located between 10° and 20° northern and southern latitudes. In the following, we are analysing more in detail, the structure of these relations, by using monthly precipitation data. For this investigation, we used average precipitations of the various belts. Precipitations, for the equatorial belt (E) have been characterized by the arithmetical average of the monthly precipitation amounts on the 8 stations mentioned before. Precipitations of the belt $10^{\circ}N$ – $20^{\circ}N$ ("belt N") have been characterized by the arithmetical average of the monthly precipitation amounts of the following stations: Wake Island ($19^{\circ}17'N$, $166^{\circ}39'E$), Eniwetok ($11^{\circ}21'N$, $162^{\circ}21'E$) and Hilo ($19^{\circ}44'N$, $155^{\circ}07'W$); while precipitations of the belt $10^{\circ}S$ – $20^{\circ}S$ ("belt S") were characterized by those of the stations Rotuma ($12^{\circ}30'S$, $177^{\circ}03'E$), Nandi ($17^{\circ}45'S$, $177^{\circ}27'E$), Apia ($13^{\circ}48'S$, $171^{\circ}47'W$), Aitutaki ($18^{\circ}50'S$, $159^{\circ}49'W$) and Papeete ($17^{\circ}32'S$, $149^{\circ}35'W$). The computation was carried out concerning the period 1951–1960. According to the circumstance, whether the monthly precipitations of the belts E, N and S exhibited a positive or a negative anomaly as compared to the 10-year average, eight types can be distinguished (*Table V*).

In *Table VI* are reproduced, for every month of the 10-year period, the corresponding types and the relative frequencies of the occurrence of each type are given. From these data it appears that precipitation in belt E has an opposite character to that of belt N (types 3, 4, 7, 8) in 65.0 per cents of all cases, while precipitation in the belt S has an opposite character in 64.2 per cents

(i. e. approximately two thirds) of all cases. This fact has been reflected by the isocorrelation charts of the *figures 3 and 4*. Most frequent and at the same time most characteristic types of precipitation distribution are the types 7 and 8, their relative frequency being equal to 41,7 per cents. These can be considered as representing a precipitation distribution which is symmetrical in respect to the Equator. On the other hand, the types 3, 4, 5 and 6 possessing together a relative frequency of 45.8 per cents, are representing a precipitation distribution which is asymmetrical in respect to the Equator.

TABLE V – V. TÁBLÁZAT

Types of precipitation distribution according to zonal anomalies of precipitation. Csapadékeloszlási típusok az övezetes csapadék anomáliái szerint. Rf=Relative frequencies [%]. Rf=relatív gyakoriság

	Type							
	1	2	3	4	5	6	7	8
N	+	-	-	+	+	-	-	+
E	+	-	+	-	+	-	+	-
S	+	-	+	-	-	+	-	+
Rf	0,0	12,5	10,0	13,3	7,5	15,0	19,2	22,5

TABLE VI – VI. TÁBLÁZAT

Frequencies of types of precipitation distribution. Csapadékeloszlási típusok gyakorisága

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1951	4	4	4	7	3	3	7	7	7	8	2	5
1952	5	2	4	8	4	8	2	7	4	6	2	3
1953	7	7	5	7	7	5	3	5	7	7	2	3
1954	6	4	8	6	4	8	8	8	8	6	8	8
1955	8	8	8	8	8	6	4	6	6	4	6	6
1956	6	8	8	7	4	4	8	4	2	2	8	2
1957	6	6	2	4	3	3	7	5	3	7	7	5
1958	7	7	7	3	3	7	5	8	4	4	3	7
1959	3	7	7	2	2	2	6	6	8	6	8	8
1960	5	6	6	8	8	8	6	2	8	7	2	2

Analysing the lengths of duration of consecutive types, we determined the average periods of their alternation as compared to the average alternation lengths which would be experienced if the occurrence of a type could be considered as independent of that of the previous one. For the quotient of the empirically obtained average length of alternation $L^*(I)$ and the value $L(I)$ which should occur in the case of independence, it is possible to determine, on a given probability level a confidence interval with the following property: if the value

$$L^*(I) : L(I)$$

is lying outside this interval, then the assumption of independence of the events, which are constituting the series of alternations (in the present case, that of types of precipitation distribution) can be discarded [6]. The results of these computations are contained in *Table VII*, the confidence interval is correspond-

TABLE VII – VII. TÁBLÁZAT

Statistical data of the alternation of types of precipitation distribution. A csapadékeloszlási típusok ismétlődéseinek statisztikai adatai

Type	$L^*(I)$	$L(I)$	$L^*(I)/L(I)$	Interval of confidence
	monthly			
2.	1.30	1.28	1.02	1.11 – 0.91
3.	1.33	1.12	1.19	1.10 – 0.91
4.	1.18	1.28	0.92	1.11 – 0.91
5.	1.13	1.08	1.05	1.09 – 0.92
6.	1.50	1.19	1.26	1.14 – 0.89
7.	1.64	1.25	1.31	1.16 – 0.88
8.	1.93	1.31	1.47	1.18 – 0.87

ing to a probability level of 0,27 per cents. It appears from the data, that the average lengths of alternation, $L^*(I)$, of the types 8, 7, 6 and 3 are significantly higher than the value $L(I)$ which would be expected in the case of independence. Accordingly, these types have a trend to persist, their stability is a significant one, which is an evidence of their physical reality. The relative frequency of these types is reaching the value of 67 per cents, that is, the types, which could be formally established on the basis of the precipitation anomalies occurring, in two-thirds of the cases, are possessing a reality from the meteorological point of view. The highest degree of persistence stability has been experienced in the case of type 8, which is connected to the occurrence of cold sea water on the Equator. In this case, the maximum length of repetition reached 7 months.

5. Relation between the General Circulation and the Precipitation Conditions in the Equatorial Belt

From individual analyses it appears, that the structure of the pressure field over the Pacific is a significantly different one in the wet as compared to the dry periods of the equatorial belt [5]. The characteristic difference in pressure distribution consists in the circumstance, that, during the dry periods, the southern Pacific subtropical anticyclone, the center of which is generally characterized by the geographical co-ordinates 30°S and 100°W , is possessing a stronger development, and the Inter-Tropical Convergence (ITC) Zone is coinciding with the Line of the Equator, while in wet periods, this anticyclone is weaker and the ITC Zone is slightly displaced to the south. This difference in the pressure field is modifying the air currents in the Pacific area: in the former case, an undisturbed easterly circulation is produced in the equatorial area and the south-eastern Trade Wind possesses a higher intensity; while in the second case, a narrow equatorial west-wind belt is appearing, by which the belt 0 to 5°S is dominated. In the presence of a persistent eastern circulation, in the equatorial sector of the Peru current and in the Southern Equatorial current significant water masses are transported near the surface from the South-American shores in a westerly direction, and they are replaced by ascending cold water from the depth. On the other hand at times when the equatorial westerly winds are persistently developed, the former phenomenon cannot occur and an intercalation of the warmer surface water on the western part of the equatorial belt of the Pacific is observed in the area of the cold currents. Starting from the pressure field, the various steps of this mechanism can be consecutively derived

as follows: eastern circulation on the Equator → ascension of cold water from the depth → low sea-water temperatures → stable atmospheric stratification → lack of precipitation. While in the case of a strong westerly circulation: → absence of ascending cold water from the depth → high sea-water temperatures → unstable atmospheric stratification → abundance of precipitations. However, the primary cause cannot be elucidated.

In the following, the mechanism found on the basis of distinct individual cases will be analysed as reflected by an investigation in statistical climatology. This investigation was directed to find mutual connections among the following factors, using monthly meteorological data from the period 1961 to 1970:

1) *Precipitation anomalies of the equatorial belt.* Anomalies have been determined on the basis of averaged precipitation series of the stations Tarawa, Atuona, San Cristobal and San Lorenzo.

2) *Pressure anomalies of the northern subtropical anticyclonal belt of the Pacific.* Anomalies were determined from the averaged pressure series of the following stations: 12540 (25.3°N 150.6°W), N (31.0°N, 140.0°W) and 13216 (32.4°N, 126.9°W).

3) *Pressure anomalies of the equatorial belt of the Pacific.* The anomalies were determined from the averaged pressure series of the following stations: 60005 (1.7°S, 106.5°W) and 00814 (2.2°N, 85.4°W).

4) *Pressure anomalies of the southern subtropical belt of the Pacific.* The anomalies were determined from the averaged pressure series of the following stations: 63516 (32.6°S, 157.8°W), 62369 (27.6°S, 141.0°W), 62226 (23.9°S, 127.8°W) Isla de Pascua (29.1°S, 109.4°W).

5) *Anomalies of sea water temperatures in the equatorial belt.* On the basis of station 60005.

6) *Anomalies of the pressure gradient between the northern subtropical belt and the equatorial belt.* The pressure gradient has been determined as the difference between the pressure series 2) and 3).

7) *Anomalies of the pressure gradient between the southern subtropical belt and the equatorial belt.* The pressure gradient has been determined as the difference between the pressure series 4) and 3).

The mutual correlations existing among the above factors have been computed on the basis of quarterly averaged values (1961 January–March, April–June, . . . etc.) The correlation matrix containing the results of computations is given in *Table VIII*.

TABLE VIII – VIII. TÁBLÁZAT

Coefficient of correlation * Korreláció együtthatók E = precipitation, Δ = pressure gradient * E = csapadék, Δ = nyomásgradiens

	E%	$\Delta P, n$	$\Delta P, E$	$\Delta P, S$	ΔT_s (600005)	$\Delta (N-E)$	$\Delta (S-E)$
E%	1,000	-0,171	-0,691	-0,419	0,756	0,137	-0,121
$\Delta P, N$	—	1,000	0,006	0,317	-0,123	0,908	0,353
$\Delta P, E$	—	—	1,000	0,414	-0,660	-0,411	-0,025
$\Delta P, S$	—	—	—	1,000	-0,558	-0,115	-0,900
ΔT_s (600005)	—	—	—	—	1,000	0,156	-0,297
$\Delta (N-E)$	—	—	—	—	—	1,000	0,330
$\Delta (S-E)$	—	—	—	—	—	—	1,000
σ	39,17	1,08	0,51	1,17	1,06	1,20	1,07

In the computation of correlation, there were used series containing 40 pairs of data, and in the case of $n = 40$, we have by selecting a significance level of $p = 5\%$, $|r| > 0,31$ as the criterion of the statistical reality of the correlation coefficient. Such correlation coefficients which are indicating the existence of a real statistical relation, are the following ones:

- Corresponding to the factor 1): with the factors 3), 4) and 5).
- Corresponding to the factor 2): with the factors 4), 6), and 7)
- Corresponding to the factor 3): with the factors 1), 4), 5) and 6)
- Corresponding to the factor 4): with the factors 1), 2), 3), 7)
- Corresponding to the factor 5): with the factors 1), 3) and 4)
- Corresponding to the factor 6): with the factors 2), 3), and 7)
- Corresponding to the factor 7): with the factors 2), 4) and 6).

Interpreting the above results in connection to the precipitations of the equatorial belt, it can be stated, that in the case of dry periods, pressure in the equatorial belt is higher than average, the southern subtropical belt is more strongly developed, and the sea-water temperature at the Equator is lower than normal. In wet periods, the anomalies are correspondingly opposite ones. Starting from the development of the southern subtropical belt in the Pacific area, the following causal chains of phenomena may be deduced for the eastern part of the Pacific:

A) Strongly developed subtropical anticyclones → increase in the SE pressure gradient and, at the same time, an increase in the South-Eastern Trade Wind → strong westwards movement of surface sea-water and the following ascension of cold water from the depth → decrease in the temperature of superficial water in the equatorial belt → stabilization in atmospheric stratification and consequent lack of precipitation in the equatorial belt.

B) Weakly developed subtropical anticyclone → decrease of the SE pressure gradient and, at the same time, a decrease in the South-eastern Trade Wind → no intensive westward transport of surface water masses and no ascension of cold water from the depth → increase in the surface water temperature → labilization of atmospheric stratification and consequent abundant precipitation in the equatorial belt.

When analyzing the precipitation amounts of the tropical belt of the Pacific by using longer precipitation series, it is found, that a trend of changes in one and the same direction is not exhibited even during periods of several decades. Thus, the mechanism described above is bound to lead finally to a *stabilizing feedback*. According to our assumption, this may be explained by two factors. The first factor consists in the circumstance that, as a consequence of the greater nebulosity of the wet periods, a higher amount of solar radiation is reflected and on the surface occurs a loss in radiation, which is causing, after a certain time, a decrease in temperature. The reverse is occurring during dry periods. The other factor (which is, in our opinion, more important in the production of stabilizing feedback) consists in the connection existing between pressure changes in the equatorial and the southern subtropical belts of the Pacific. The data contained in Table VIII. are demonstrating, that, on the one hand, the pressure anomalies of the southern subtropical belt and the equatorial belt, and, on the other hand, the anomalies of the pressure gradient between the southern subtropical belt and the equatorial belt, are connected by a positive correlation. Thus, pressure changes are occurring, in the equatorial and in the subtropical belts, nearly in a synchronous way, and the circumstance that, in spite of this

fact, the value of the SE pressure gradient is definitely determined by the quantity ΔP , S can be attributed to the feature that the amplitude of pressure fluctuation is essentially greater in the southern subtropical belt than in the equatorial belt, as indicated by the scatter values given in *Table VIII*. A harmonic analysis carried out on the time series of pressure anomalies for these two belts is indicating, that in both time series, waves of nearly equal periods and of nearly identical phases are those, which are possessing a statistical reality (*Table IX*). The harmonic analysis was carried out on the basis of

TABLE IX—IX. TÁBLÁZAT

Harmonic waves of pressure anomalies. A = amplitude [mb], U = phase angle [°], T = wavelength [month], E = expektance [mb]. Légnymási anomáliák harmonikus hullámai. A = amplitudó, U = fázisszög [°] T = hullámhossz [hónap] E = expektancia [mb]

T	$\Delta P, S$			$\Delta P, E$		
	A	U	A/E	A	U	A/E
45	0.62	211	1.89	0.35	182	2.50
42	0.95	159	2.88	0.31	138	2.21
39	0.87	109	2.64	0.31	69	2.21
36	0.91	41	2.75	0.33	7	2.35
33	0.98	332	2.98	0.29	292	2.07
30	0.74	257	2.31	0.16	220	1.14
27	0.36	198	1.09	0.13	315	0.93
24	0.68	193	2.06	0.32	208	2.28
21	0.53	146	1.60	0.31	39	2.21
18	0.22	66	0.67	0.17	253	1.21
15	0.28	240	0.85	0.21	169	1.50
12	0.06	239	0.18	0.07	164	0.50
9	0.18	196	0.54	0.13	193	0.93

the years 1961—1970 by using quarterly averaged values of the anomalies. It is seen, that, in the time series of the anomalies of both belts, several periodical changes which are possessing statistical reality (that is, $A/E > 2$) are found, their majority having a period length of 33 to 42 months. (Of course the shortness of the series admitted not the detection of longer periods.) From the point of view of stabilizing feedback, the circumstance is of a high importance, that the data series are containing periodical variations, which are possessing nearly identical phases within the two belts, as it is seen by comparing the phase angles U reproduced in *Table IX*.

However, the data of phase angles are elucidating also a further phenomenon. The most characteristic component waves (with $T = 42, 39, 36$ and 33 months are possessing, in the subtropical high-pressure belt of the Southern Pacific, an *earlier phase* than in the equatorial belt of the Pacific, the phase-shift in the later mentioned region being equal to 2.3 to 4.3 months (on the average, to 3.2 months). This is indicating, that the pressure waves of periodical character which are controlling the SE pressure gradient, are proceeding from the southern area of the Pacific toward the equatorial belt. This fact has probably the meaning, that *they are governed by air mass transport from the southern subpolar*

regions of the Pacific toward the Equator, and this appears to be supported (beside the phase-shift in a south-north direction) also by the decrease of the amplitudes in the same direction. The explanation of the later mentioned phenomenon is a rather obvious one: air masses progressing from higher latitudes to lower ones are distributed over a larger area, and the consequence of this is a lower variation in pressure.

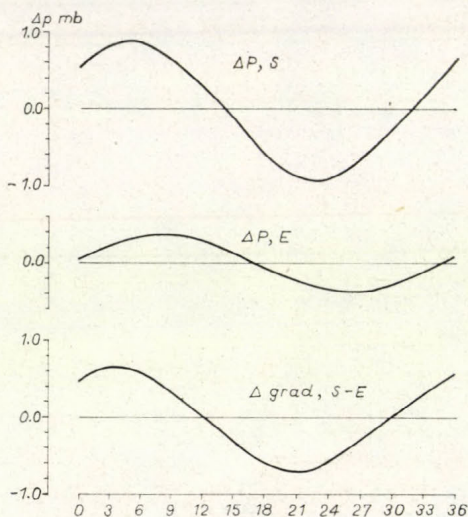


Fig. 8: The component of the pressure anomalies possessing a period of $T=36$ months in the belts "S" and "E". 8. ábra: A légnyomási anomáliák $T=36$ hónap periódusú összetevője az „S” és az „E” övezetben

This process is schematically illustrated on Fig. 8, in which waves of pressure anomalies with $T = 36$ months, that are statistically significant in both belts, are depicted for a whole period, and we plotted also, on the basis of these values, the anomalies of the SE pressure gradient. These two periodical variations, which are possessing nearly similar phases, but different amplitudes, are leading to a rhythmical variation in the SE pressure gradient and they are causing, through the processes described above, the occurrence of consecutive dry and wet periods in the equatorial belt of the Pacific. For a more detailed investigation of the mechanism of this process, a fundamental condition consists in the detection of the circulatory conditions of the Southern Pacific.

REFERENCES

- [1] Köppen W. — Geiger R.: Handbuch der Klimatologie Band IV. Schott G.: Klimakunde der Südsee-Inseln pp. 83 — 90 Berlin, 1938.
- [2] Péczely G.: Global Distribution of the Variability of Annual precipitation Totals . . Időjárás 77 (1973) pp. 5 — 11.
- [3] Marine Climatological Summaries. US. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. Environment Data Service, Vol. 1 — 10., Asheville, N. C.
- [4] Brocks K.: Wechselwirkung Ozean-Atmosphäre. Annalen der Meteorologie (Neue Folge) Nr. 6. pp. 45 — 57. Offenbach a. M. 1973.
- [5] Bjerknes, J.: Atmospheric Teleconnections from the Equatorial Pacific. Monthly Weather Review Vol. 97. Numb. 3, pp. 163 — 172. 1969.
- [6] Péczely, G.: Untersuchung der statistischen Struktur der säkularen Temperaturreihe von Budapest. Zeitschrift für Meteorologie, Heft, 6. Band 26, pp. 323 — 329 1976.

IDÓJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 1. szám. 1978. jan. – febr.
Journal of the Meteorological Service. Vol. 82. No 1 January – February 1978 Budapest

Die statistische Entropie des horizontalen Windvektors in Potsdam

M. OLBERG, Bereich Meteorologie und Geophysik der Sektion Physik der Humboldt-Universität, Berlin

A horizontális szélvektor statisztikai entrópiája Potsdamban. A horizontális szélvektor empirikus gyakoriságeloszlása az információ-entrópiával jellemezhető. Megadható a szél állandóságának és a két szélkomponens függésének mértéke. Szerző e függésnek a feltételes entrópia alapján definiált mértékét, a két szélkomponens sztochasztikus összefüggésének speciális topológiai típusához illesztette. A függés mértéke számszerű adatainak statisztikai becsléséhez a szerző megadta a szignifikancia határokat, amihez a szélvektorkomponensek óráközepeinek időszoraiiban levő megmaradási hajlamokat figyelembe kellett venni.

✱

Статистическая энтропия горизонтального вектора ветра в г. Потсдаме. Эмпирическое распределение повторяемости горизонтального вектора ветра может быть охарактеризовано энтропией информации. Можно задавать степенью постоянства ветра и зависимости его двух составляющих. Автор приурочил степень этой зависимости, определенную на основании условий энтропии, к специальному топологическому типу стохастического соотношения двух составляющих ветра. Для статистической оценки численных величин степени зависимости автор определил границы значимости, для чего было необходимо учесть склонность сохранения, отмечающуюся в временных рядах часовых средних величин векторных составляющих ветра.

✱

Die Anwendungsbeispiele der von *Shannon* [21] begründeten Informationstheorie bei der Lösung bestimmter statistischer Probleme in der Meteorologie haben in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Insbesondere wurde zum Beispiel in der meteorologischen Statistik die Informationsentropie bei der Charakterisierung der Struktur meteorologischer Felder und bei der damit verbundenen Bestimmung der optimalen Dichte meteorologischer Beobachtungsnetze (*Czelnai, Dési, Rákóczi* [3, 4, 5, 6, 7], *Rákóczi* [17, 18],) bei der Untersuchung der Ähnlichkeit beziehungsweise des Unterschieds zweier meteorologischer Felder (*Bagrov* [1, 2]), bei der Lösung statistischer Prognoseprobleme (*Holloway, Woodbury* [12], *Wahl* [26], *Suzuki* [23], *Van der Bijl* [25] sowie bei der Charakterisierung des zeitlichen Verhaltens der Häufigkeitsverteilungen einzelner meteorologischer Elemente (*Günther* [10], *Olberg* [15, 16]) benutzt. In allen diesen Untersuchungen hat sich die Verwendung der Begriffe der Informationstheorie bewährt und läßt auf weitere erfolgreiche Anwendungen dieser Theorie in der Meteorologie schließen.

Hier sollen die Begriffe der Informationstheorie zur Charakterisierung der empirischen zweidimensionalen Häufigkeitsverteilung der Stundenmittelwerte

des horizontalen Windvektors von Potsdam herangezogen werden. Mit Hilfe der Informationsentropie wird der Jahresgang der Beständigkeit des Windes in Potsdam untersucht; die bedingten Informationsentropien werden bei der Untersuchung des statistischen Zusammenhangs der beiden Komponenten des horizontalen Windvektors verwendet.

1. Die Informationsentropie und Beständigkeit des Windes

Ausgangsdaten der folgenden Untersuchungen waren die Stundenmittelwerte des horizontalen Windvektors in Potsdam für die Jahre 1951 bis 1960. Aus diesen Werten wurden die zweidimensionalen Häufigkeitsverteilungen des Windvektors für die einzelnen Monate der Jahre 1951 bis 1960 ermittelt. *Tabelle I.* und *Abb. 1* zeigt die aus diesen 10 Jahren folgende, über alle Monate summierte, empirische Häufigkeitsverteilung in kartesischen Koordinaten (West-Ost-Komponente v_x und Nord-Süd-Komponente v_y). Daraus wurden zunächst die Parameter der Verteilung berechnet. Es ergaben sich die folgenden Zahlenwerte

$$\bar{v}_x = 0,97 \text{ ms}^{-1} \text{ und } \bar{v}_y = 0,72 \text{ ms}^{-1} \quad (1)$$

für die Mittelwerte und

$$s_x^2 = 15,48 \text{ m}^2\text{s}^{-2}, \quad s_y^2 = 6,48 \text{ m}^2\text{s}^{-2}, \quad s_{xy}^2 = -0,21 \text{ m}^2\text{s}^{-2} \quad (2)$$

für die Streuungen.

Die Zahlenwerte für \bar{v}_x und \bar{v}_y sind signifikant von Null verschieden. Wegen $\tan \varphi = \bar{v}_y/\bar{v}_x = 0,7693$ oder $\varphi = 232^\circ,4$ folgt daraus, daß im zehnjährigen Mittel in Potsdam WSW-bis SW-Winde zu erwarten sind.

In unsere Betrachtungen wollen wir auch die Informationsentropie zur Charakterisierung des Häufigkeitsfeldes des Windvektors einbeziehen. Dabei bezeichnen wir die zweidimensionale Zufallsgröße, deren Realisierungen die Zahlenwerte für die Komponenten des horizontalen Windvektors sind, mit X, Y .

Ist im diskreten Fall p_{ik} die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die zweidimensionale Zufallsgröße (X, Y) ein bestimmtes Wertespaar (x_i, y_k) annimmt, dann wird die Informationsentropie der diskreten Häufigkeitsverteilung durch die Gleichung

$$H(X, Y) = - \sum_{i,k} p_{ik} \ln p_{ik} \quad (3)$$

definiert, wobei über alle Werte der Indizes i und k zu summieren ist. Werden die Wahrscheinlichkeiten p_{ik} durch die relativen Häufigkeiten N_{ik}/N des Windvektors approximiert, dann ist die Informationsentropie der empirischen Häufigkeitsverteilung durch den Ausdruck

$$H(X, Y) = - \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \frac{N_{ik}}{N} \ln \frac{N_{ik}}{N} \quad (4)$$

gegeben. N ist dabei die Gesamtzahl der Realisierungswerte des Windvektors, N_{ik} die Anzahl der Werte des Windvektors in der durch die Indizes i und k gekennzeichneten Klasse der Häufigkeitsverteilung, die insgesamt in $n \cdot m$

Klassen eingeteilt sei. Wegen $\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m N_{ik} = N$ können wir für die statistische Entropie (4) auch schreiben

$$H(X, Y) = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m N_{ik} \cdot \ln N_{ik} + \ln N. \quad (5)$$

Die Informationsentropie einer diskreten Häufigkeitsverteilung eignet sich insofern zur Charakterisierung des Häufigkeitsfeldes des horizontalen Windvektors, weil sie als Maß für den Grad der Unbestimmtheit eines Ereignissystems die Eigenschaft besitzt, ihr Maximum nur bei einer Gleichverteilung der Wahrscheinlichkeiten anzunehmen und beim Anwachsen gewisser Wahrscheinlichkeiten gegenüber anderen abzunehmen (siehe z. B. *Feinstein* [8], *Jaglom* [13]).

Hat das Häufigkeitsfeld insgesamt $n \cdot m$ Ereignisfelder, dann nimmt die statistische Entropie H ihren größten Wert an, wenn die relative Häufigkeit für alle Felder gleich $1/nm$ ist. Der Grad der Unbestimmtheit ist dann am größten, es wird $H_{max} = \ln nm$. Tritt dagegen ein Ereignis mit Bestimmtheit ein, das heißt, ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines bestimmten Wertepaares der zweidimensionalen Zufallsgröße (X, Y) gleich Eins und sind alle anderen Wahrscheinlichkeiten Null, dann ist der Grad der Unbestimmtheit des Ereignisfeldes, die Informationsentropie gleich Null. Zwischen diesen beiden Extremen Null und H_{max} variiert der Wert der Informationsentropie eines gegebenen Häufigkeitsverteilungsfeldes.

Um unabhängig von der Maßeinheit der Informationsentropie zu sein und um die Anschaulichkeit der gewonnenen Ergebnisse zu erhöhen, führt man häufig die relative Entropie $H_{rel} = H/H_{max}$ ein, die zwischen den Werten Null und Eins schwankt. H_{rel} hat den Wert Null, wenn ein Ereignis des Ereignisfeldes mit Bestimmtheit auftritt, wenn in unserem Falle also der Windvektor stets denselben Wert hat. Wir wählen daher den dimensionslosen Ausdruck

$$B = 1 - H_{rel} = \frac{H_{max} - H}{H_{max}} \quad (6)$$

als ein Maß für die Beständigkeit oder Bestimmtheit des Windes (siehe dazu *Olberg* [15, 16]). Die Windbeständigkeit ist nur bei einer Gleichverteilung gleich Null, wenn also das Auftreten aller möglichen Wertepaare des Windvektors unabhängig und gleichwahrscheinlich ist. Ungleichmäßigkeiten in der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Windvektorhäufigkeitsfeldes (siehe dazu *Abb. 1*) vermindern die relative Entropie und vergrößern die Windbeständigkeit. Der Extremfall tritt ein, wenn die Wahrscheinlichkeitsdichte auf eine Ereignisklasse konzentriert ist, wenn also ein bestimmtes Wertepaar des Windvektors mit Sicherheit auftritt. Der Windvektor ist in diesem Falle konstant und die Windbeständigkeit gleich Eins. Nur für diese beiden Extremfälle der Wahrscheinlichkeitsverteilung wird jeweils der obere beziehungsweise untere Grenzwert der Beständigkeit angenommen.

In der Nachrichtentechnik bezeichnet man bei Kodierungsproblemen den Ausdruck (6) als Weitschweifigkeit oder Redundanz des Kodes. Die Redundanz ist dabei ein Maß für die Anzahl der bei der Nachrichtenübertragung überflüssigen Symbole (siehe z. B. *Fey* [9]).

Der Ausdruck (6) darf allerdings nicht als absolutes Maß der Windbeständigkeit aufgefaßt werden, da B über die Informationsentropie von der Klasseneinteilung des Häufigkeitsfeldes abhängt (siehe dazu *Feinstein* [8]).

Deshalb soll hier nicht der Wert $B = 0,242$ des Häufigkeitsfeldes der *Tabelle I* diskutiert werden, sondern es sollen die Unterschiede der Windbeständigkeit in den einzelnen Monaten des Jahres näher betrachtet werden.

Zur Ermittlung des jährlichen Gangs der Windbeständigkeit wurde aus den monatlichen Häufigkeitstabellen der Stunden mittelwerte des horizontalen Windvektors in Potsdam für die Jahre 1951 bis 1960 die Entropie und

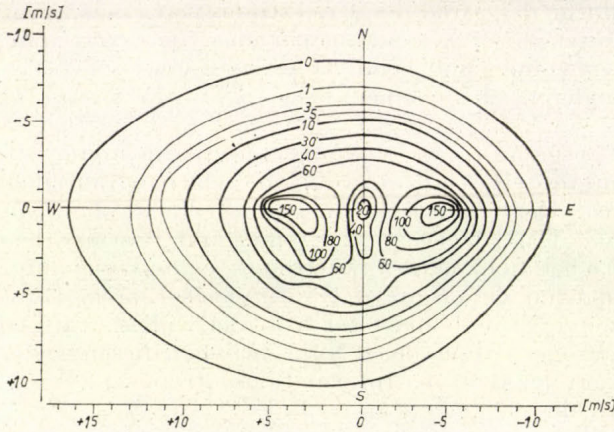


Abb. 1: Graphische Darstellung der Häufigkeit der Windvektoren nach *Tabelle I* in der Einheit 1 : 10.

nach Gleichung (6) die Windbeständigkeit berechnet. Aus den einzelnen Monatswerten der zehn Jahre ergaben sich die in der *Tabelle II* angegebenen mittleren Werte der Windbeständigkeit in den einzelnen Monaten des Jahres. Außerdem ist in *Tabelle II* die Streuung der Werte um den monatlichen Mittelwert B angeführt. Die graphische Darstellung des Verlaufs der Windbeständigkeit im Jahr zeigt die *Abb. 2*.

Die geringste Beständigkeit hat der Wind danach in den Monaten Dezember, Januar und April, wobei das Minimum im April das wechselhafte „Aprilwetter“ kennzeichnet. Ein Vergleich mit den Großwetterlagen Europas (siehe *Hess* und *Brezowsky* [11]) zeigt, daß sich die niedrigen Werte der Windbeständigkeit im Dezember und Januar durch das Vorherrschen von W-, SW- und NW- Lagen in diesem Jahrzehnt deuten lassen, die mit unbeständigem Wetter und mit lebhaften, wechselnden Winden verbunden sind. Ende Januar vollzieht sich dann die Umstellung der Witterung auf den Hochwinter, der im Februar mit Hochdrucklagen über Mitteleuropa, den Britischen Inseln und Fennoskandien seinen Höhepunkt erreicht. Diese Großwetterlagen bringen in dieser Jahreszeit beständiges, oft sehr kaltes Wetter mit Strahlungsfrösten. In der *Abb. 2* ist der Februar durch ein Maximum der Windbeständigkeit gekennzeichnet, wobei allerdings auf die relativ große Streuung der Einzelwerte in diesem Monat hingewiesen werden muß. Das zweite Maximum im Oktober deutet auf die meteorologische Beständigkeit des Herbstes im mitteleuropäischen Gebiet hin. In diesem Monat überwiegen wie im Februar diese Jahrzehnts die Hochdrucklagen über Mitteleuropa, den Britischen Inseln und Fennoskandien. Diese Wetterlagen bringen in dieser Jahreszeit ruhiges, meist heiteres und tagsüber warmes Wetter, das unter dem Namen „Altweibersommer“ bekannt ist.

2. Bedingte Entropien und die Abhängigkeit der beiden Windvektorkomponenten

Bei der Untersuchung der zweidimensionalen Stichprobenverteilung des Windvektors ist eine Aussage über die stochastische Abhängigkeit der beiden Windvektorkomponenten von besonderer Wichtigkeit. Zum Nachweis einer

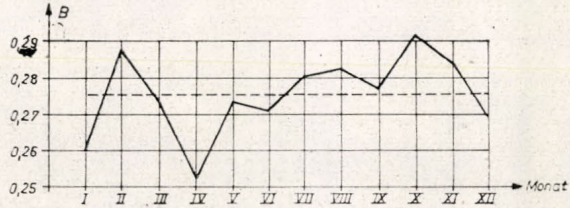


Abb. 2: Monatliche Windbeständigkeit in Potsdam im Mittel der Jahre 1951 – 1960.

TABELLE II

Monatliche Windbeständigkeit B und Streuung s in Potsdam im Mittel der Jahre 1951 – 1960

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Mittel
B	0,260	0,288	0,274	0,252	0,274	0,271	0,280	0,282	0,277	0,292	0,284	0,269	0,275
s	0,016	0,044	0,023	0,017	0,020	0,007	0,015	0,020	0,013	0,027	0,028	0,013	

stochastischen Beziehung zwischen zwei Zufallsgrößen X , Y bedient man sich verschiedener Korrelationsmaße. Am häufigsten verwendet man als Korrelationsmaß den Stichprobenkorrelationskoeffizienten. Die Streuungswerte (2) liefern für das empirische Häufigkeitsfeld des Windvektors den statistisch nicht signifikant von Null verschiedenen Stichprobenkorrelationskoeffizienten

$$r(X, Y) = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} = -0,02 \quad (7)$$

woraus man auf die Unabhängigkeit der West-Ost- und Nord-Süd-Komponente schließen würde.

Mit dem Korrelationskoeffizienten (7) kann man jedoch nur lineare Beziehungen zwischen X und Y erfassen. Bei nichtlinearen Zusammenhängen ist die Schlußkraft des Korrelationskoeffizienten stark eingeschränkt. Man verwendet bei solchen zweidimensionalen Stichproben den tetrachorischen oder Vierfelder-Korrelationskoeffizienten zur Prüfung der stochastischen Abhängigkeit. Mit ihm kann man alle Formen monotoner Beziehungen zwischen den stochastischen Größen erfassen (siehe beispielweise *Taubenheim* [24]). Aus der *Tabelle I* ergab sich das Quadrantenverhältnis $q=0,033$ und damit der tetrachorische Korrelationskoeffizient

$$R(X, Y) = \sin \left(q \frac{\pi}{2} \right) = 0,052, \quad (8)$$

der ebenfalls nicht signifikant von null verschieden ist. Wie die *Abb. 1* und das Häufigkeitsverteilungsfeld der *Tab. I* jedoch zeigt, kann der Zusammenhang zwischen der West-Ost- und der Nord-Süd-Komponente des horizontalen Windvektors in Potsdam weder durch eine lineare noch durch eine monotone

Beziehung ausgedrückt werden. Damit wird die Verwendung des Stichprobenkorrelationskoeffizienten und des tetrachorischen Korrelationskoeffizienten zur Erfassung des Zusammenhangs zwischen X und Y problematisch. Von der Form der stochastischen Beziehung zwischen X und Y weitgehend unabhängig sind dagegen die *Pearson-Kolmogorovschen* Korrelationsverhältnisse (siehe dazu zum Beispiel *Rényi* [20], *Smirnow* und *Dunin-Barkowski* [22], *Taubenheim* [24]). Sie wären damit im Falle der vorliegenden Verteilung als Korrelationsmaßzahlen besser geeignet als der Stichprobenkorrelationskoeffizient oder der tetrachorische Korrelationskoeffizient.

Die Berechnung der Korrelationsverhältnisse erfolgte nach den Gleichungen

$$K^2(X|Y) = \frac{1}{(N-1)s_x^2} \sum_{k=1}^m N_k (\bar{x}_k - \bar{x})^2, \quad (9)$$

$$K^2(Y|X) = \frac{1}{(N-1)s_y^2} \sum_{i=1}^n N_i (\bar{y}_i - \bar{y})^2,$$

wobei \bar{x} , \bar{y} die Mittelwerte (1) der Windvektorkomponenten bedeuten. \bar{x}_k und \bar{y}_i sind die Mittelwerte der x - bzw. y -Werte in der k -ten y -Klasse bzw. in der i -ten x -Klasse und es gilt

$$N_i = \sum_{k=1}^m N_{ik} \quad \text{und} \quad N_k = \sum_{i=1}^n N_{ik} \quad (10)$$

Aus dem Datenmaterial der *Tabelle I* ergaben sich für die Korrelationsverhältnisse die Zahlenwerte

$$\begin{aligned} K^2(X|Y) &= 0,014, & K(X|Y) &= 0,12, \\ K^2(Y|X) &= 0,008, & K(Y|X) &= 0,09. \end{aligned} \quad (11)$$

Beide Korrelationsverhältnisse sind statistisch nicht signifikant von null verschieden. Daraus kann aber wiederum nicht mit Sicherheit auf die Unabhängigkeit von X und Y geschlossen werden (siehe *Rényi* [20], S. 233). Ist nämlich die zweidimensionale Häufigkeitsverteilung symmetrisch bezüglich einer oder beider durch den Mittelwert \bar{x} , \bar{y} gehenden Koordinatenachsen, dann werden die Gruppenmittelwerte \bar{x}_k oder \bar{y}_i ungefähr gleich den Mittelwerten \bar{x} bzw. \bar{y} und die Korrelationsverhältnisse fallen sehr klein aus (beide oder nur eines). Ein ähnliches Verhalten zeigt das untersuchte Häufigkeitsfeld des Windvektors. Die empirische Häufigkeitsverteilung ist in großen Zügen ringförmig mit aufgesetzten Gipfeln auf der West-Ost-Achse, das heißt, der Zusammenhang zwischen der West-Ost- und der Nord-Süd-Komponente des horizontalen Windvektors in Potsdam könnte eher durch eine geschlossene Kurve wiedergegeben werden (siehe dazu auch die Untersuchungen von *Lucke* [14]). Für die Beschreibung dieses topologischen Typus des stochastischen Zusammenhangs zwischen X und Y eignen sich weder der Stichprobenkorrelationskoeffizient oder der tetrachorische Korrelationskoeffizient noch die Korrelationsverhältnisse. Es ist in diesem Falle dennoch möglich, eine Aussage über die stochastische Abhängigkeit der beiden Zufallsgrößen X , Y zu gewinnen und zwar mit Hilfe der über die bedingten Entropien des Ereignisfeldes (X , Y) definierten Information. Sind

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N} \quad H(Y) = - \sum_{k=1}^m \frac{N_{\cdot k}}{N} \ln \frac{N_{\cdot k}}{N} \quad (12)$$

die Entropien der Einzelereignisse X und Y und ist $H(X, Y)$ die Entropie der gemeinsamen Ereignisse (X, Y) , dann ist bekanntlich $H(X, Y) \leq H(X) + H(Y)$. Das Gleichheitszeichen gilt dann und nur dann, wenn X und Y voneinander stochastisch unabhängig sind (siehe zum Beispiel *Feinstein* [8]). Die als Information bezeichnete Differenz

$$I(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y) \quad (13)$$

ist also stets positiv und wird nur dann null, wenn X und Y voneinander unabhängig sind (siehe auch *Jaglom* [13], *Rényi* und *Balaton* [19]. Der Maximalwert der Information wird bei funktionseller Abhängigkeit der Größen X und Y erreicht. Das erkennt man sofort, wenn die Information durch die über die bedingten Wahrscheinlichkeiten definierten mittleren bedingten Entropien $H(X|Y)$ oder $H(Y|X)$ ausgedrückt wird. Mit

$$H(X|Y) = H(X, Y) - H(Y) \text{ sowie } H(Y|X) = H(X, Y) - H(X) \quad (14)$$

(siehe *Jaglom* [13]) können wir die Gleichung (13) für die Information auch in der Form

$$I(X, Y) = H(X) - H(X|Y) = H(Y) - H(Y|X) \quad (15)$$

schreiben. Die bedingten Entropien sind stets positiv. Ist im diskreten Fall Y eindeutig funktionsell von X abhängig, dann wird $H(Y|X)$ gleich null, weil bei Vorgabe eines bestimmten Wertes für X auf Grund der eindeutigen funktionsellen Abhängigkeit der Wert für Y festliegt, die Unbestimmtheit also null ist. Sind die Zufallsgrößen X und Y dagegen voneinander stochastisch unabhängig, dann wird $H(Y|X) = H(Y)$ beziehungsweise $H(X|Y) = H(X)$. Es ist also stets $0 \leq H(X|Y) \leq H(X)$ und $0 \leq H(Y|X) \leq H(Y)$ (siehe *Jaglom* [13]). Die Information $I(X, Y)$ variiert somit zwischen dem Wert null bei Unabhängigkeit der Zufallsgrößen X und Y und dem Wert $H(X)$ bzw. $H(Y)$ bei funktionseller Abhängigkeit der Größen X und Y . Dividiert man daher die Information durch die Entropie $H(X)$ oder $H(Y)$, dann bekommt man eine dimensionslose Zahl, die zwischen null und eins liegt (siehe dazu *Bagrov* [1, 2], *Rákóczi* [17], *Wahl* [26]).

Bezeichnen wir diese Quotienten, die *Wahl* „Entropieverhältnisse“ oder „Informationsindizes“ nennt, mit $q(X|Y)$ und $q(Y|X)$, dann wird

$$q(X|Y) = \frac{I(X, Y)}{H(X)} = 1 - \frac{H(X|Y)}{H(X)} \quad (16a)$$

und

$$q(Y|X) = \frac{I(X, Y)}{H(Y)} = 1 - \frac{H(Y|X)}{H(Y)}. \quad (16b)$$

Die Zahlenwerte für $q(X|Y)$ und $q(Y|X)$ liegen also stets zwischen null und eins. $q(X|Y)$ und $q(Y|X)$ stellen Maßzahlen für die stochastische Abhängigkeit der Zufallsgrößen X und Y dar, die gegenüber dem Stichprobenkorrelationskoeffizienten und den Korrelationsverhältnissen Vorteile aufweisen. Während aus $r(X, Y) = 0$ und $K(X|Y) = 0$ bzw. $K(Y|X) = 0$ nicht auf die Unabhängigkeit von X und Y geschlossen werden kann, bedeutet $q(Y|X) = 0$ stochastische Unabhängigkeit von X und Y . In diesem Falle wird auch $q(X|Y) = 0$. Bei eindeutiger funktionseller Abhängigkeit der Zufallsgröße Y von X wird $q(Y|X) = 1$. Dabei kann $q(X|Y)$ durchaus kleiner als eins sein, wenn nämlich die funktionelle Abhängigkeit zwischen Y und X nicht umkehrbar eindeutig ist (wie zum Beispiel bei einer Beziehung der Form $Y = X^2$). Ist

der funktionelle Zusammenhang zwischen Y und X jedoch umkehrbar eindeutig, das heißt, ist Y eine monotone Funktion von X , dann gilt $q(Y|X) = q(X|Y) = 1$.

Diese Bemerkungen sind insbesondere bei der Untersuchung der Abhängigkeit im zweidimensionalen Häufigkeitsfeld des Windvektors mit Hilfe der Maßzahlen (16 a, b) zu beachten, weil hier Hinweise auf einen nichtmonotonen stochastischen Zusammenhang zwischen den Zufallsgrößen X und Y vorliegen.

Für die Abhängigkeitsmaße q ergeben sich mit den aus der *Tabelle 1* folgenden Entropiewerten

$$\left. \begin{aligned} H(X, Y) &= 5,0172 \text{ nit}, & H(X|Y) &= 2,6712 \text{ nit} \\ H(X) &= 2,7612 \text{ nit}, & H(Y|X) &= 2,2560 \text{ nit} \\ H(Y) &= 2,3460 \text{ nit}, & I(X, Y) &= 0,0900 \text{ nit} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

die Zahlenwerte

$$q(X|Y) = 0,0326 \quad \text{und} \quad q(Y|X) = 0,0384. \quad (18)$$

Die statistische Beurteilung dieser Zahlenwerte für die Abhängigkeitsmaße $q(X|Y)$ und $q(Y|X)$ können wir mit der von *Wahl* [26] angegebenen Methode vornehmen.

Seien Q_x und Q_y die Zufallsgrößen, deren Realisierungen die Größen $q(X|Y)$ und $q(Y|X)$ sind, und nehmen wir an, daß die beiden Zufallsgrößen X und Y stochastisch voneinander unabhängig sind (Nullhypothese), dann ergeben sich die Erwartungswerte für Q_x und Q_y mit $m=22$ und $n=34$ zu

$$\left. \begin{aligned} EQ_x &= \frac{(n-1)(m-1)}{2N \cdot H(X)} = 0,0014, \\ EQ_y &= \frac{(n-1)(m-1)}{2N \cdot H(Y)} = 0,0017. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Da die Zufallsgröße $2N \cdot I(X, Y)$ asymptotisch χ^2 -verteilt ist (siehe *Holloway* und *Woodbury* [12], *Wahl* [26]) mit dem Freiheitsgrad $f = (m-1)(n-1)$ können wir prüfen, ob die Zahlenwerte (18) für die Entropieverhältnisse eine statistisch singifikante Abweichung von null ausdrücken.

Für den Freiheitsgrad $f=693$ lauten die 1%ige und 0,1%ige Signifikanzgrenze der χ^2 -Verteilung

$$\chi_{0,01}^2 = 781,785 \quad \text{und} \quad \chi_{0,001}^2 = 812,287.$$

Division dieser Größen durch $2N \cdot H(X)$ bzw. $2N \cdot H(Y)$ ergibt die 1%igen und 0,1%igen Signifikanzgrenzen der Zufallsgrößen Q_x und Q_y zu

$$Q_x(1\%) = 0,0016, \quad Q_y(1\%) = 0,0019, \quad Q_x(0,1\%) = 0,0017, \quad Q_y(0,1\%) = 0,0020. \quad (20)$$

Da die gefundenen Zahlenwerte (18) für die Entropieverhältnisse diese Signifikanzgrenzen überschreiten, muß die Annahme, daß die Zufallsgrößen X , Y stochastisch unabhängig sind, verworfen werden.

Berücksichtigt man eine eventuelle Erhaltungsneigung im Datenmaterial nicht, dann weisen die Zahlenwerte (18) für die Entropieverhältnisse auf eine statistisch gesicherten stochastischen Zusammenhang zwischen der West-Ost- und der Nord-Süd-Komponente des horizontalen Windvektors in Potsdam hin.

Zur Demonstration der Aussagekraft der Abhängigkeitsmaße $q(X|Y)$ und $q(Y|X)$ und um einschätzen zu können, wie gut der gefundene Zusammenhang zwischen X und Y ist, denken wir uns folgende Modellverteilung 1. Die Zufallsgrößen X , Y seien mit gleicher Wahrscheinlichkeit $N_{ik} (N = K/N =$

$=1/M$ in M Punkten symmetrisch auf dem Kreis $x^2+y^2=1$ konzentriert (siehe *Abb. 3*). Die Gesamtanzahl der Realisierungswerte sei N , pro Punkt also $N/M=K$ Werte. Der Korrelationskoeffizient wird wegen der Symmetrie dieser Verteilung null, das würde bedeuten, die Zufallsgrößen sind unkorreliert (trotz vorgegebener funktioneller Abhängigkeit). Auch die Korrelationsverhältnisse dieser Verteilung sind null.

Für die Abhängigkeitsmaße q ergibt sich in diesem Modellfall aus (4) $H(X, Y) = \ln M$ und aus (12) sowie der *Abb. 3*

$$H(X) = H(Y) = \ln M - [(M-2)/M] \ln 2$$

und damit nach einigen Umformungen

$$q(X|Y) = q(Y|X) = 1 - \frac{1}{\frac{M}{M-2} \frac{\ln M}{\ln 2} - 1} \quad (21)$$

Speziell für $M=16$ folgt $q=0,72$, für $M=64$ erhalten wir $q=0,81$. Während also der Korrelationskoeffizient und die Korrelationsverhältnisse bei dieser zum Mittelpunkt symmetrischen Modellverteilung keinen Anhaltspunkt für eine funktionelle Abhängigkeit der Größen X und Y liefern, weist das Maß q doch recht gut auf eine solche hin.

Bei der vorgegebenen Ringverteilung wird $q < 1$ für endliche M , weil die bedingten Entropien der Zufallsgrößen X und Y von vornherein nicht kleiner als $(1-2/M)\ln 2$ werden können, denn zu den möglichen Werten für X bzw. Y gehören jeweils zwei Werte für Y bzw. X (ausgenommen davon sind die Extremwerte der Zufallsgrößen, die nur jeweils einmal auftreten, siehe *Abb. 3*).

Besteht zwischen den beiden Zufallsgrößen nur ein stochastischer Zusammenhang in Form einer ringförmigen Verteilung, wie das bei dem Häufigkeitsfeld des Windvektors ungefähr der Fall ist, dann werden die mittleren bedingten Entropien nicht viel kleiner als $\ln 2$. Es ist daher zweckmäßig, die Information $I(X, Y)$ durch $H(X) - \ln 2$ bzw. durch $H(Y) - \ln 2$ zu dividieren anstatt nur durch $H(X)$ bzw. $H(Y)$, um Maßzahlen für diesen topologischen Typus des stochastischen Zusammenhangs zu schaffen. Statt $q(X|Y)$ und $q(Y|X)$ führen wir daher die Größen

$$\begin{aligned} q^*(X|Y) &= \frac{I(X, Y)}{H(X) - \ln 2} = \frac{H(X)}{H(X) - \ln 2} q(X|Y), \\ q^*(Y|X) &= \frac{I(X, Y)}{H(Y) - \ln 2} = \frac{H(Y)}{H(Y) - \ln 2} q(Y|X) \end{aligned} \quad (22)$$

als Informationsindizes bzw. als Abhängigkeitsmaße ein. Für das Modell der *Abb. 3* ergibt sich dann

$$q^*(X|Y) = q^*(Y|X) = 1 - \frac{1}{\frac{M}{2} \frac{\ln M}{\ln 2} - M + 1} \quad (23)$$

Speziell für $M=16$ folgt $q^*=0,94$ und $q^*=0,99$ für $M=64$, womit der funktionelle Zusammenhang in dieser Modellverteilung noch besser wiedergegeben wird.

Durch die Klasseneinteilung der Realisierungswerte der Zufallsgrößen in den Häufigkeitstabellen werden die Unterschiede zwischen r , q und q^* bei

3. Die Signifikanzaussage bei Erhaltungsneigung

Bei Signifikanztests, die sich auf voneinander abhängige Zahlenpaare (x_i, y_i) einer zweidimensionalen Zufallsgröße (X, Y) beziehen, ist anstelle des Stichprobenumfangs N der effektive Stichprobenumfang

$$N_{eff} = N \left(1 + 2 \sum_{k=1}^{N-1} \frac{N-k}{N} r_x(k) r_y(k) \right) + 1 = 1 + N/\eta(N) \quad (28)$$

zu setzen (siehe *Taubenheim* [27]), wobei $r_x(k)$ und $r_y(k)$ die Autokorrelationskoeffizienten der Reihen x_i und y_i sind. Haben diese Autokorrelationskoeffizienten die Gestalt $r(k) = \rho^k$ mit $\rho < 1$, dann folgt für große N für η der Ausdruck

$$\eta(N \rightarrow \infty) = \frac{1 + \rho_x \rho_y}{1 - \rho_x \rho_y}, \quad (29)$$

so daß wir als effektiven Stichprobenumfang

$$N_{eff} = 1 + N \frac{1 - \rho_x \rho_y}{1 + \rho_x \rho_y} \quad (30)$$

erhalten (siehe *Olberg* [30]).

Für die Tagesmittelwerte der Windvektorkomponenten ergaben sich die Streuungsquadrate $12,51 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ und $4,45 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ für die West-Ost- bzw. Nord-Süd-Komponente sowie die Erhaltungszeiten 128 bzw. 95 Stunden (siehe *Olberg* [29]). Mit Hilfe der Streuungsquadrate s^2 für die Stundenmittelwerte, der Streuungsquadrate \hat{s}^2 und der Erhaltungszeiten $\hat{\varepsilon}$ für die Tagesmittelwerte ergeben sich die Erhaltungszeiten ε für die Stundenmittelwerte zu $\varepsilon = \hat{s}^2 \hat{\varepsilon} / s^2$ (siehe *Olberg* [28]). Wir erhalten damit für die Erhaltungszeiten 103 Stunden für die West-Ost-Komponente und 65 Stunden für die Nord-Süd-Komponente. Wegen $\varepsilon = (1 + \rho)/(1 - \rho)$ entsprechen diesen Zeiten die ρ -Werte $\rho_x = 0,98$ und $\rho_y = 0,97$. Damit ergibt sich für $\eta(N \gg 1) = 39$ und für den effektiven Stichprobenumfang $N_{eff} = 2249$ anstelle von $N = 87672$.

Berücksichtigen wir diese in der Datenreihe festgestellte Erhaltungsneigung, dann ist als Signifikanzgrenze für $q^*(XY)$

$$Q_x(\alpha) = \frac{\chi^2_\alpha(f)}{2N_{eff} \cdot (H(X) - \ln 2)} \quad (31)$$

anzusetzen. Es ergeben sich mit den entsprechenden Zahlenwerten die im Gegensatz zu (27) wesentlich größeren Grenzen

$$Q_x(5\%) = 0,081 \quad \text{und} \quad Q_y(5\%) = 0,102 \quad (32)$$

Die Erhaltungsneigung bewirkt also, daß die anfangs mit Hilfe der Abhängigkeitsmaße (22) gefundene Stochastische Abhängigkeit der beiden Windvektorkomponenten für das Häufigkeitsfeld nach *Tabelle 1* statistische nicht gesichert werden kann.

Dazu müssen jedoch noch einige Bemerkungen gemacht werden. Die Potsdamer Auswertungen der Windregistrierungen erfolgten in den Jahren 1951 bis 1960 nach einer 32-teiligen Richtungsskala. Bereits *Lucke* [14] hatte darauf hingewiesen, daß diese „groben“ Richtungsangaben ein strahlenförmiges Auseinanderlaufen der äußeren Zonen des Häufigkeitsverteilungsfeldes des horizontalen Windvektors ergeben. Dadurch werden einzelne Sektoren des Häufigkeitsfeldes zahlenmäßig gar nicht oder nur gering belegt, andere

даfür umso stärker, wodurch eine Bevorzugung einzelner Felder der zweidimensionalen Häufigkeitsverteilung vorgetäuscht wird. Das führt zu einer Vergrößerung der Entropiewerte und kann trotz Erhaltungsneigung der Wertepaare (X, Y) eine statistisch gesicherte stochastische Abhängigkeit der beiden Komponenten ergeben.

Zur besseren Erfassung der empirischen Häufigkeitsverteilung wurde daher für die vorliegenden Untersuchungen eine Spezialauswertung der Windrichtungsaufzeichnungen nach einer 64-teiligen Richtungsskala vorgenommen. Die sich ergebende *Tabelle I.* zeigt in den äußeren Feldern nur kleine oder gar keine Besetzungszahlen bei einer recht großen Klassenanzahl von $m \cdot n = 748$. Das bedingt einen großen Freiheitsgrad und damit einen großen $\chi^2(f)$ -Wert bzw. große Signifikanzgrenzen (32). Um den Freiheitsgrad zu verkleinern (nach *Holloway* und *Woodbury* [12] sollten die Besetzungszahlen pro Klasse ungefähr größer als 5 sein), wurden die äußeren Klassen der *Tabelle I* zusammengefaßt (siehe *Tabelle III.*), so daß die Häufigkeitstabelle nur noch aus $m \cdot n = 14 \cdot 21 = 294$ Feldern besteht. Es folgt damit der Freiheitsgrad $f = 260$ für die χ^2 -Verteilung und die 5%ige Signifikanzgrenze $\chi_{0,05}^2(f=260) = 298,852$.

Die der *Tabelle III* entsprechenden Entropiewerte ergeben sich im Gegensatz zu denen der *Tabelle I* entsprechenden Werten (17) zu

$$\left. \begin{aligned} H(X, Y) &= 4,9970 \text{ nit}, & H(X|Y) &= 2,3711 \text{ nit} \\ H(X) &= 2,6926 \text{ nit}, & H(Y|X) &= 2,3044 \text{ nit} \\ H(Y) &= 2,6259 \text{ nit}, & I(X, Y) &= 0,3215 \text{ nit}. \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

Daraus berechnet man die Abhängigkeitsmaße zu

$$q^*(X|Y) = 0,161 \quad \text{und} \quad q^*(Y|X) = 0,166 \quad (34)$$

und die Signifikanzgrenzen entsprechend der Gleichung (31) zu

$$Q_x(5\%) = 0,033 \quad \text{und} \quad Q_y(5\%) = 0,034. \quad (35)$$

Abschließend können wir also feststellen, daß mit Hilfe des über die Informationsentropie definierten Abhängigkeitsmaßes (22) nach Zusammenfassung der Randfelder der Häufigkeitstabelle I für den horizontalen Windvektor und bei Berücksichtigung der Erhaltungsneigung in der Reihe der stündlichen Zahlenwerte die stochastische Abhängigkeit der beiden horizontalen Windvektorkomponenten nachgewiesen werden kann.

LITERATUR

- [1] Багров, Н. А., Статистическая энтропия как мера неопределенности и связанности случайных явлений. *Мет. и Гипр.*, Москва, №9 (1957), 48-48.
- [2] Багров, Н. А., Статистическая энтропия как показатель схожества или различия метеорологических полей. *Мет. и Гипр.*, Москва, №1 (1963), 9-15.
- [3] Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., On the determination of the rational density of the temperature measuring network. *Időjárás*, Budapest, 67 (1963), 129 - 137.
- [4] Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., On determination the rational density of precipitation measuring networks. *Időjárás*, Budapest, 67 (1963), 257 - 267.
- [5] Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., On determination the rational density of precipitation measuring networks II. *Időjárás*, Budapest, 68 (1964), 1 - 9.
- [6] Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., Determination of the rational station-density in a temperature observing network. *Időjárás*, Budapest, 68 (1964), 65 - 72.
- [7] Czelnai, R., Dési, F., Rákóczi, F., On determining the rational density of precipitation measuring networks. *Gerlands Beitr. Geophysik*, Leipzig 75 (1966), 62 - 65.
- [8] Feinstein, A., *Foundations of Probability Theory*. New York /Toronto/ London 1958, p. 15.
- [9] Fey, P., *Informationstheorie*. Berlin 1963.

- [10] *Günther, Th.*, Die Temperaturunbestimmtheit der Großwettertypen und die Temperatur- und Großwetterlagenunbestimmtheit im Winter. *Zeitschr. Met.*, Berlin, 22 (1971), 189–193.
- [11] *Hess, B., Brezowsky, H.*, Katalog der Großwetterlagen Europas. *Berichte des Dtsch. Wetterdienstes*, Offenbach a. M., Nr. 113 (1969).
- [12] *Holloway, J. L., Woodbury, M. A.*, Application of Information Theory and Discriminant Function Analysis to Weather Forecasting and Forecast Verification. *Techn. Report No. 1 to Office of Naval Research, Univ. of Pennsylvania, The Institute for Cooperative Research, Philadelphia, Penn.* (1955).
- [13] *Jaglom, A. M., Jaglom, J. M.*, *Wahrscheinlichkeit und Information*. Berlin 1965.
- [14] *Lucke, O.*, Statistische Untersuchungen über die Stundenmittel des Windvektors in Potsdam während eines Jahres. *Gerlands Beitr. Geophysik*, Leipzig, 17 (1962), 337–378.
- [15] *Olberg, M.*, Die monatliche Informationsentropie des horizontalen Windvektors in Potsdam für das Jahr 1951. *Gerlands Beitr. Geophysik*, Leipzig, 76 (1967), 201–206.
- [16] *Olberg, M.*, Die Informationsentropie und Beständigkeit des Windes. *Zeitschr. Met.*, Berlin 19 (1967), 195–201.
- [17] *Rákóczi, F.*, Die Eigentümlichkeiten des Temperatur- und Feuchtefeldes in Ungarn und die Fragen des Beobachtungsnetzes. III. Konferenz für Karpatenmeteorologie Belgrad 1965.
- [18] *Rákóczi, F.*, Die statistische Entropie als Charakteristik der meteorologischen Felder. *Időjárás*, Budapest, 72 (1968), 298–304.
- [19] *Rényi, A., Balatoni, J.*, Über den Begriff der Entropie. *Arbeiten zur Informationstheorie I*. Berlin 1961.
- [20] *Rényi, A.*, *Wahrscheinlichkeitsrechnung*. Berlin 1966, S. 233.
- [21] *Shannon, C. E.*, A Mathematical Theory of Communication. *Bell. System. Techn. Journal* 27 (1948), 379–423, 623–656.
- [22] *Smirnow, N. W., Dunin-Barkowski, I. W.*, *Mathematische Statistik in der Technik*. Berlin 1963, S. 263.
- [23] *Suzuki, E.*, Weather Forecast and Entropy in Information Theory. *Papers in Meteorology and Geophysics*, Tokio, IX (1958), No. 2.
- [24] *Taubenheim, J.*, Statistische Auswertung geophysikalischer und meteorologischer Daten. Leipzig 1969.
- [25] *Van der Bijl, W.*, Das statistische Entropieverhältnis, ein Hilfsmittel zur Lösung von Vorhersageproblemen. *Meteorol. Rdsch.*, Berlin (Göttingen) Heidelberg, 12 (1959), 33–36.
- [26] *Wahl, E. W.*, Das statistische Entropieverhältnis, ein Hilfsmittel zur Lösung von Vorhersageproblemen. *Meteorol. Rdsch.*, Berlin (Göttingen) Heidelberg, 8 (1955), 51–54.
- [27] *Taubenheim, J.*, Zur Berücksichtigung der Autokorrelation bei der statistischen Signifikanzprüfung von Korrelationen zwischen zwei Zeitreihen. *Gerlands Beitr. Geophysik*, Leipzig, 83 (1974), 413–416.
- [28] *Olberg, M.*, Veränderung der Erhaltungsneigung in meteorologischen Zeitreihen durch übergreifende Mittelbildung. *Zeitschr. Met.*, Berlin, 22 (1971), 194–200.
- [29] *Olberg, M.*, Die Erhaltungsneigung der horizontalen Luftströmung in Potsdam und die Koeffizienten des horizontalen Großaustausches. *Zeitschr. Met.*, Berlin, 25 (1975), 197–204.
- [30] *Olberg, M.*, Untersuchungen zur Signifikanzprüfung des periodischen Verhaltens und statistischer Parameter meteorologischer Zeitreihen. *Wiss. Zeitschr. Humboldt-Uni. Berlin, Math.-Nat. R.* XXV (1976), 423–427.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 1. szám. 1978. jan. – febr.
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 1 January – February 1978 Budapest

Élő szervezetben mért szerotonin és a meteorológiai tényezők változása

CSURI I. JÚLIA, SOTE, I. sz. Anatómiai Szövet és Fejlődéstan Intézet, Budapest, CSÁSZÁR MARGIT,
ELTE, Meteorológiai Tanszék, Budapest

Biogenic Amines Measured in Living Organisms and Changes of Meteorologia Elements. In the serotonin content of rat brains a distinct annual variation has been detected during three years of experimentation (1973–1975). The serotonin level is low in summer and high in winter, in the autumn it is increasing and in the spring decreasing, exhibiting a close inverse correlation to the photo period. For determining the causes of the anomalies observed within the regular annual variation, the Authors computed correlations between the measured data and various meteorological factors, such as photo-period, temperature, relative humidity, atmospheric pressure and precipitation.

✱

Изменение содержания серотонина в живых организмах с метеорологическими факторами. По данным измерения количества серотонина в мозге мыс, проведенного в течение трех лет (1973—1975 гг.) отмечаются выраженные колебания этого количества с сезонами года. Уровень серотонина оказывается низким летом, высоким зимой, характеризуется повышением осенью и понижением весной, причем показывает тесную корреляцию — обратную связь — с фотопериодом. Для определения причин аномалий, выделяющихся в регулярном годовом ходу, авторами были сделаны попытки найти корреляцию между данными измерений с различными метеорологическими факторами: фотопериодом, температурой, относительной влажностью, атмосферным давлением, осадками.

✱

Az élő szervezetek a biológiai órák útján reagálnak az őket érő külső hatásokra. Kétféle biológiai óra ismert: külső biológiai (exogén) óra és belső biológiai (endogén) óra [1]. A szinkronizátorok változásait az exogén óra érzékeli, majd ez az endogén órán át értesíti a szervezetet a külső változásokról és felkészíti azokra. A külső hatások jelentős hányada meteorológiai tényező.

A domináns szinkronizátorok szerepe már valamennyire ismert [2]. Már régen megfigyelték, hogy a világos és sötét periódus váltakozása, valamint a hőmérséklet ingadozása [3] milyen nagy hatást gyakorol az élőlényekre. Az utóbbi időben előtérbe került a környezet mint hatótényező vizsgálata is [4]. Mindinkább elismert, hogy az élőlényt körülvevő környezet erősen befolyásolja a szervezetében lejátszódó biokémiai és biofizikai folyamatokat. Kevésbé ismert a gyenge szinkronizátorok hatása, — akár a szimplexeké, akár a komplexeké.

Jelen tanulmányunkban a központi idegrendszer egyik fontos biogén amina, a szerotonin mennyisége és a szinkronizátorok közötti összefüggésre vonatkozó vizsgálataink eredményét mutatjuk be.

Mindazon aminokat, melyek az élő szervezetben előfordulnak biogén aminoknak nevezzük. Az élő szervezetben többféle biogén amin funkcionál. A központi idegrendszerben legfontosabbak a katekolaminok és a szerotonin. A katekolaminokhoz azon vegyületek tartoznak, melyeknek ún. katekol magjuk van, azaz a benzol gyűrűn orto helyzetben elhelyezkedő két hidroxil csoport. E csoportba az amin-gyök elhelyezkedése szerint a dopa, a dopamin, a noradrenalin és az adrenalin tartozik. A szerotonin egészen más típusú vegyület

I. TÁBLÁZAT

A szerotonin tartalom [y/g] értékekben, a patkány központi idegrendszerében
(az oszlopokban a dől számok a mérések napját jelentik)

Év	Tél			Tavas			Nyár			Ősz		
	dec.	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	okt.	-nov.
1973	0,73 5	0,90 5	0,83 6	0,71 6	0,64 9	0,54 3	0,44 5	0,24 5	0,53 6	0,68 4	0,54 4	0,52 6
1974	0,80 4	0,86 3	0,80 5	0,68 5	0,55 4	0,60 3	0,45 5	0,29 4	0,49 6	0,75 4	0,62 3	0,49 6
1975	0,82 3	0,86 6	0,76 5	0,67 5	0,63 7	0,52 6	0,34 4	0,20 3	0,45 6	0,75 3	0,55 7	0,63 5

(indol származék). Funkcióban is teljesen különböznek a katekolaminok a szerotonintól.

A biogén aminok szerepe az agy funkcióiban csak részben ismert és főleg vitatott a szerotoniné. Közismert, hogy a szerotonin mennyisége a különböző szervekben a nap különböző szakaszaiban változó. Ebből kiindulva kezdtük el vizsgálni a szerotonin évszakos változásait a domináns és gyenge szinkronizátorok függvényében.

Előző munkánkban [5] már beszámoltunk a szerotonin évszakos ingadozásairól. Jelen munkánkban csak utalunk az ott ismertetett eredményekre.

Módszerek

Vizsgálatainkhoz 200 g körüli albinó, him patkányokat használtunk. Az állatistálló ajtaja folyosóra nyílt, hőmérséklete közel állandó (20°C+2°C) volt. A helyiség természetes megvilágítást kapott, így benne az évszaknak megfelelően váltakozott a világos és sötét periódus. Az állatistálló tisztítása, az etetés, az állatok kezelése, a műtétek és a leölések mindig a nappali (a délelőtti) időszakra estek.

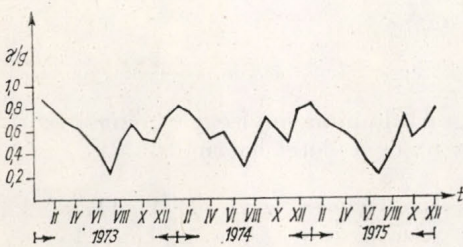
Az állatokat minden hónap első hetében dekapitáltuk, de. 10–12 óra között. Vizsgálatainkat 1973 januárjában kezdtük, 1974-ben folytattuk, majd 1975-ben zártuk. Így három éven keresztül volt módunkban figyelni a szerotonin mennyiségének ingadozásait. A biogén aminokat az agyból 75%-os etanollal vontuk ki, a szerotonint a többi biogén amintól oszlopkromatográfiával választottuk el. A meghatározáshoz Maickel módszerét [6] alkalmaztuk. Minden hónapban 10 állatot öltünk le és minden állatból öt párhuzamos meghatározást végeztünk. A megadott értékek ezen mérések átlagai.

Eredmények

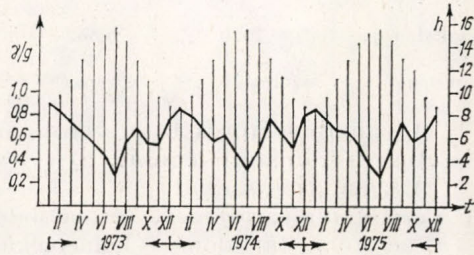
Az agyban levő szerotonin mennyiségének a három mérési év során kapott változásait az I. táblázatban adtuk meg, az ingadozásokat szemléletesen az I. ábrán mutatjuk be. A meteorológiai tényezők megfelelő adatait az ábrákon vé-

kony oszlopokon tüntettük fel. Velük párhuzamosan a szerotonin értékeket folytonos vonallal jeleztük.

Az adatokból kitűnt, hogy a szerotonin mennyisége a különböző évszakokban erősen változott. A legmagasabb értékeket télen, a legalacsonyabbakat nyáron (júliusban) kaptuk. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a szerotonin tartalom és a hőmérséklet között közel fordított az összefüggés. Tavasszal a görbe



1. ábra: Patkányagyban levő szerotonin mennyiségének ingadozása 1973–1974–1975-ben γ/g -ben megadva.



2. ábra: A fotoperiodus értékei órákban és a szerotonin mennyiségének γ/g -ban kifejezett értékei 1973–1975-ben.

csökkenő, ősszel növekvő tendenciájú. Az évi menetben tehát határozott ritmus érzékelhető, melynek a téli hónapokban van a primér maximuma, a nyári hónapokban a minimuma, a szekundér maximum őszi időszakban mutatkozott. 1974-ben, tavasszal is észleltünk egy szekundér maximumot.

A szerotonin mennyiségének ingadozása és a szinkronizátorok közötti összefüggéseket vizsgálva a következőket észleltük:

A szerotonin tartalom és a fotoperiódus közötti összefüggés tekintetében megállapítottuk, hogy szoros az összefüggés a világos periódus tartama és a szerotonin mennyisége között. (2. ábra) Amikor leghosszabb volt a világos periódus, akkor volt a legalacsonyabb a szerotonin mennyisége az agyban, tehát a kettő között a kapcsolat fordított, ez mindhárom évben egyértelműen megállapítható volt.

A szerotonin tartalom és a környezet közötti összefüggésről megállapítható, hogy a környezet hatása erős a szerotonin mennyiségének évszaki alakulására. A patkány, ha természetes életmódot folytat, éjszakai állat. Éjszaka aktívabb, de aktivitásának van egy második csúcsa is, amely a világos periódusra esik. Vizsgálatainkat beltenyésztésű patkányokon végeztük, amelyek sok generáción át ember-közelben éltek és kénytelenek voltak átvenni az ember napi ritmusát. A nappali takarítás, az etetés, az állandó zaj, — a belső éppúgy, mint a kintől behatoló, — gátolta őket abban, hogy alvásuk nagyobb részét nappal végezhessék. Így az állandó környezeti zavar, aktívabb periódusukat az éjszakai időszakra, a nappali időszakra toltta át. Ez maga után vonta, a szerotonin mennyiség évszaki változását, így az évi menetet ábrázoló görbe olyan, mintha a patkány nappali állat lenne.

A szerotonin tartalom és a fotoperiódus, a szerotonin tartalom és a mérés napjának meteorológiai adatai közötti összefüggések számszerű értékelése céljából korreláció számításokat és regresszió analízist végeztünk.

A kapcsolat létezését és szorosságát kifejező korrelációs együttható értékeit a megfelelő minőségjelzővel a II. táblázatba foglaltuk.

II. TÁBLÁZAT

A szerotonin szint és az egyes meteorológiai paraméterek közötti korrelációs együtthatók (r) értékei és a kapcsolat minősége

A korreláció	Meteorológiai paraméterek				
	Fotoperiódus	Hőmérséklet	Relatív nedvesség	Légnyomás	Csapadék
együtthatója	-0,7929	-0,6620	0,5870	0,2435	0,1548
minősége	szoros	közepes	közepes	nagyon laza	nagyon laza

A szinkronizátorok és a szerotonin tartalom mennyiségi értékei közötti összefüggés számszerű leírására az $y' = a + bx$ egyenletet használtuk.

A számítások szerint

- a szerotonin tartalom - fotoperiódus összefüggést az $y' = 19,4 - 11,7x$
- a szerotonin tartalom - hőmérséklet összefüggést az $y' = 34,0 - 31,1x$
- a szerotonin tartalom - relatív nedvesség összefüggést az $y' = 23,9 + 54,0x$ egyenlet írja le.

A szerotonin tartalom - légnyomás között laza a kapcsolat, ezért nem jellemeztük egyenlettel. Ugyanez áll a szerotonin tartalom-csapadék közötti összefüggésre is.

A zavaró hatások pontosabb megfogalmazása valószínűleg többváltozós regressziós egyenletek felállítását és nemlineáris regresszióknak megfelelő hatásfelületek meghatározását tenné szükségessé.

A továbbiakban a vizsgálat kiterjesztését és az eredmények komplex meteorológiai paraméterekkel való összehasonlítását tervezzük.

IRODALOM

- [1] Sollberger, A.: Biological Rhythm Research Elsevier Publishing Comp. Amsterdam - London - New York. 1965.
- [2] Quay, W. B.: 24 hour rhythm in pineal 5-HT and HIOMT-transferase activity in the macaque. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 121, 946 - 948. 1966.
- [3] Njus, D. - Sulzman, F. M. - Hastings, I. W.: Membrane model for circadian clock. Nature 248, 5444 116 - 120. 1974.
- [4] Quay, W. B.: Differences in circadian rhythm in 5-HT according to brain regions. Am J. Physiol. 215/6 1448 - 1453 1968.
- [5] Csuri, I. J.: Changes of serotonin content in rat's brain during the four seasons. J. interdisciplina Cycle Research (megjelenés alatt).
- [6] Maickel, R. R. - Cox, R. H. - Saillant, J. - Miller, F. P.: A method for the determination of the serotonin norepinephrine in discrete areas of rat brain. Int. J. Neuropharmacol. 7, 275 - 281, 1968.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 1. szám. 1978. jan. – febr.
Journal of the Meteorological Service. Vol. 82. No 1 January – February 1978 Budapest

Monszun '77 — Kutatóút az Indiai-océánon

SIMON ANTAL, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

A magyar meteorológiai szolgálat a GARP programok támogatásába kétféle módon kapcsolódik be. Egyrészt közvetlen költséghozzájárulással az önkéntes speciális kísérleti alapba, másrészt az egyes kísérleti alprogramok végrehajtásába, magyar szakemberek kiküldésével. Ezen a módon a magyar szakemberek közvetlen tapasztalatokat nyerhetnek a meteorológia időszerű elméleti és technológiai kérdéseiről, valamint aktív és kezdeményező részvételükkel növelhetik a magyar szolgálat nemzetközi tekintélyét.

Az első GARP célkitűzés középpontjában a légkör nagy térségű dinamikájának tanulmányozása áll, ezért a globális alprogramhoz kapcsolódó összes többi alprogramnak az a feladata, hogy a légkörnek a globális megfigyelő rendszer (WWW – GOS) felbontóképességénél kisebb skálájú fizikai folyamatait elemezze. A GARP eredeti tervei szerint a monszun vizsgálata a levegő-felszín kölcsönhatás alprogram egyik kísérleteként futott volna *Monsoon Experiment* néven. Azonban a JOC (*Joint Organizing Committee*) ajánlására a monszun folyamatok tanulmányozását időközben önálló alprogram rangjára emelték.

A monszun alprogramon belül az első kísérlet az ISMEX-73 (*Indo-Soviet Monsoon Experiment*) volt, amelyet 1973. május 15. és július 10. között rendeztek meg az Arab-tenger térségében. Ennek keretében a Szovjetunió hidrometeorológiai szolgálatának négy kutatóhajóján, valamint két meteorológiai és öceonográfiai műszerekkel felszerelt, indiai partvédelmi hadihajón végeztek méréseket.

A második kísérlet 1977. május 11. és szeptember 13. között zajlott le a nyári monszun időszakában MONSZUN-77 (MYCCOH-77) névvel. E kísérlet során a tengeren mozgó kutatóbázis azonos méretű volt, mint az első kísérletben. Az indiai szubkontinens partjain és belsőjében a kísérlet időtartamára sűrített meteorológiai és aerológiai állomáshálózatot üzemeltettek. Ugyanakkor erre az időre valósult meg a MONEX adatközpont Új-Delhiben. Ez a központ az 1. ábrán megadott folyamatábra

szerint gyűjti az adatokat és végzi az adatfeldolgozást.

A monszun alprogram fő kísérlete a Monsoon Experiment (MONEX) lesz, amelyet az FGGE keretében, 1979-ben bonyolítanak majd le. A tervek szerint:

– az FGGE (*First GARP Global Experiment*) első speciális megfigyelési periódusa (SOP-I (*Special Observing Period*)): 1979. január 5. – március 5. során a téli monszun különböző szempontjainak (hemiszférák közötti kölcsönhatások, hideg monszun hullámok, a Maláj-félsziget és Indonézia intenzív esőzései) vizsgálatára;

– az FGGE második speciális megfigyelési periódusa (SOP – II: 1979. május 1 – június 30.) során a nyári monszun megindulása planetáris és makro-skálájú szempontjainak tanulmányozására;

– a SOP – II keretében 1979. május 15. és június 30. között a nyári monszun regionális szempontjainak (kölcsönhatások, hőforrásvizsgálatok, az Arab-tengeren folytatandó mérések) tanulmányozására;

– 1979. július 1. és augusztus 30. között a nyári monszun aktív és szünetelő periódusainak vizsgálatára, és végül

– 1979. július 15. és augusztus 30. között a monszun-depresszió és a közép-troposzférikus diszturbációk vizsgálatára kerül sor.

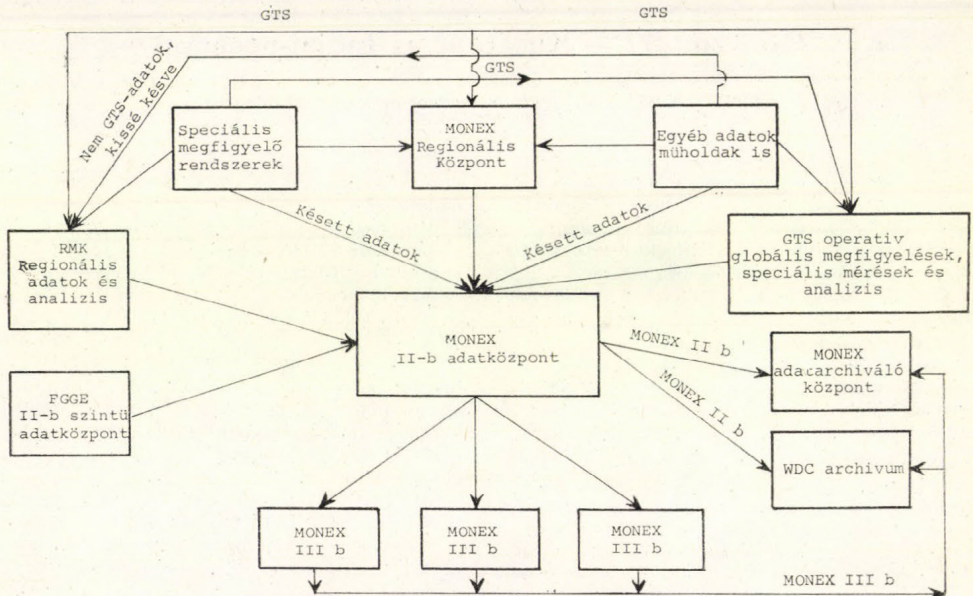
Mindhárom kísérletet öceonográfiai mérések egészítik ki. Az egyenlítői zónában a tengeráramlások tehetetlenségi-gravitációs alakzatainak tanulmányozására főleg a mélyáramlások négydimenziós vizsgálati szolgáltnak. A szomáli áramlás zónájában a szél és a nyugati áramlások kölcsönhatásának, valamint a mélyből feltörő áramlásnak a vizsgálata a cél. A szomáli partvidék tengeráramlási viszonyai nagy hatással vannak az Arab-tengerre. Tanulmányozzák még a levegő-tenger visszacsatolási mechanizmust is, kísérletesen és numerikusan egyaránt. Az Arab-tenger felszínének fizikai állapota jelentősen kihat a monszuncirkulációra.

India és környéke fölött a monszun megindulását május utolsó hete táján a csapadékhullás

jelentékeny megnövekedése jelzi. A 2. ábrán a monszun megindulása dátumának térbeli előrehaladását adtuk meg. A monszun kezdete azonban egy kontinentális méretű hatalmas és komplex cirkulációs rendszer változásainak a következménye. A monszunos csapadék vízgőz-fedezetének számottevő részét az Arab-

maximális amplitudójukat a 600 mb-os szint-tájékan érik el, míg az alsó, illetve a felső troposzférában nem mutatnak zárt cirkulációt.

Magán a fő indiai monszunon belül szintén egy sor jelenség érdemel figyelmet. Mindenekelőtt úgy látszik, hogy a monszun megindulása összefüggésben áll a trópusközi konvergencia



1. ábra. Adatáramlás és adatgyűjtés a MONEX-ben

tenger fölött uralkodó, — a déli félteke délkeleti passzátyjának folytatását képező —, dél-nyugati szelek szállítják. Ma még nem teljesen tisztázott, hogy ennek a vízgőz-készletnek hányad része származik a déli féltekéről és mennyi ered magának az Arab-tengernek a vízfelületéről. A képet mind a légkör, mind pedig az óceán speciális tulajdonságainak jelenléte komplikálja. Az alacsonyszintű jet és a szomáli tengeráramlás jelentékeny hő-, vízgőz- és impulzus-átvitelt bonyolít le, míg a térség nagy része fölötti alsó troposzféra inverziója a légtömeg transzformációt és ezzel a monszunális hőerő-mechanizmus hatékonyságát befolyásolja.

Július és augusztus folyamán a Bengál-öböl északi részén kialakuló monszun-depressziók a regionális időjárás fontos tényezőivé válnak. Eddig ezeknek a depresszióknak a szerkezetét csak a fejlődés előrehaladottabb stádiumaiban tanulmányozhatták, — kialakulásuk mechanizmusa nagymértékben ismeretlen. A közép troposzférikus ciklonok szintén heves esőzéseket idéznek elő az Arab-tengeren, a Bengál-öbölben és Hátsó-India déli részén. Ezek a ciklonok

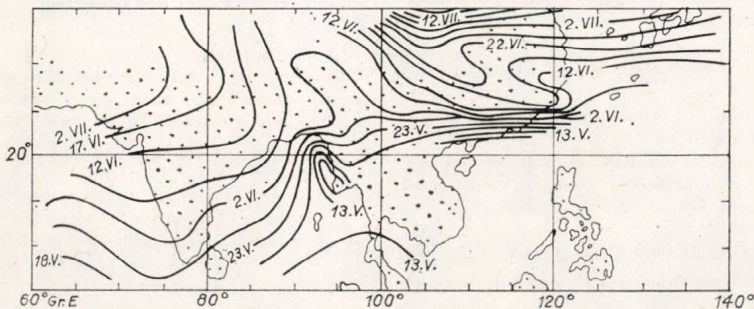
zóna (ITCZ) viselkedésével, s a két félteke nagytérségű képződményeivel is. A 3. ábra a trópusközi konvergencia zóna téli és nyári földrajzi elhelyezkedését adja meg. Maga a monszun periódus aktív és szünetelő időszakokat foglal magában, amelyek a markáns cirkulációs változásokkal kapcsolatosak. A monszunnak ezek a változásai kötődhetnek a szinoptikus skálájú diszturbációk mozgásához, de a globális légköri cirkuláció változásaihoz is. Valójában az egész monszun rendszernek a két félteke troposzférikus és sztratoszférikus cirkulációjával való kölcsönhatása további vizsgálatokat követel meg.

A nyári monszun erős cirkulációját az érzékelhető és latens hő intenzív forrásai kormányozzák. A Tibeti-fennsík a közép troposzférában az érzékelhető hő forrásoként hat, míg az Indiára zúduló hatalmas esőzés a latens hőnek az alsó szintekig terjedő intenzív felszabadulását eredményezi. A téli monszunnak a kontinens felől áramló levegője délkelet Ázsiában okoz heves esőzéseket. Ebben a tartományban a hideg monszun hullámok, a száraz és nedves periódusok, valamint a téli monszunnak a

nagyterésű cirkulációval való kölcsönhatásai igényelnek további vizsgálatokat.

Már az ISMEX-73 előzetes feldolgozása alapján több új és alapvető megállapítást lehetett tenni a monszun cirkuláció sajátosságaira. A Szovjetunióban végzett analízis főbb eredményei az alábbiak voltak:

— A monszun megindulását megelőzően az ITCZ jelentős szerepet játszik a csapadék keletkezésében az indiai szubkontinens déli részén. A domborzat hatása a csapadéokra a félsziget fölött a monszun megindulása után sokkal nagyobb, mint a premonszunális periódusban.

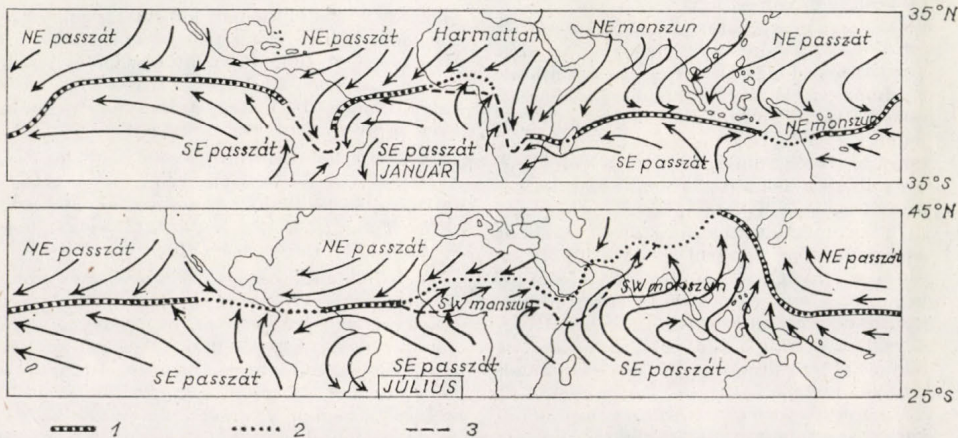


2. ábra. A monszunos csapadék kezdetének átlagos dátumai

a) A monszun megindulása, tekintettel a jelenség általános szemléletére:

- magyarázatot lehetett adni a nyári monszun gyors megindulására az Indiai-óceán nyugati részén és ennek átterjedésére Indiára. A jelenség fejlődésére vonatkozóan az alábbiakat találták:
- a vizsgált időszakban a 300 mb-os geopotenciál mező változását és a monszun megindulásának több mint 10 napos késését figyelték meg a normál értékhez viszonyítva, noha a monszun-tekő a troposzféra alsó szintjeiben egyidejűleg lépett fel az esők megindulásával.

- A monszun megindulásával egyidejűleg a nyugatias szélirányok átfordulnak keleties szélirányokra.
- A monszun megindulásakor nagy keletnyugati orientációjú felhősávok alakulnak ki a déli Arab-tengeren. Ez összefüggésben van egy kelet-nyugati irányú bárikus tektonóval, ami a 700 mb-on igen markánsan jelentkezik.
- A megindulási időszakban az Egyenlítő közeli felhőzet észak-északkeleti irányba tolik azzal párhuzamosan, hogy az Egyenlítőn a felhőképződés aktivitása csökken. A monszun megindulása után a középső



3. ábra. A trópusközi konvergencia zóna (ITCZ) elhelyezkedése januárban és júliusban (J. S. Sawyer szerint): 1. Óceáni típus. 2. Kontinentális típus. 3. A monszunos alacsony nyomás közepes határa. A nyári időszakban az indiai térségben az egyenlítői terület mintegy egyengyedében az általános cirkuláció a monszun cirkuláció által befolyásolt

troposzférában az egyenlítői területeken, főleg a 65°E hosszúság körül nagy kiszáradás lépett fel.

b) *A monszun aktív és megszűnési szakaszai:* Számos bizonyítékot találtak a monszun aktív és gyenge szakaszaiban a nyugati szélereősség különbségeire az Arab-tenger fölött, de ugyanítt nem tudtak megfigyelni jelentős különbséget a hőmérsékleti eloszlásban a monszun gyenge és erős periódusai között.

c) *A monszun szinoptikus képe:*

- Az egész periódus folyamán megfigyelték a 25–30 m/sec-os sebességű alacsony szintű jet jelenlétét az Arab-tenger középső részén 950–900 mb-ban.
- A végrehajtott analízis alapján szoros egymásra hatás látszott a délnyugati monszun helyi sajátosságainak változásai és a Dél-Ázsia fölötti nagyskálájú folyamatok, valamint az óceáni áramlások rendszerei között.

d) *A fizikai mennyiségek numerikus analízise:*

- A légkör az Arab-tenger fölött jól becsülhető nedvesség-összeget vesz fel.
- Az alsó troposzférában a nedvesség horizontális áthelyeződésének számításából kitudott, hogy az Arab-tenger fölött az erős monszun idejében nedvességi divergencia lépett fel India irányában. A korábbi állapotban a nedvességi divergencia kicsi volt és néha egyenesen konvergenciát tapasztaltak. Az India nyugati partján keresztül haladó keleti irányú nedvesség-áthelyeződés összehasonlítható volt az Egyenlítőn keresztüli északi irányú nedvesség-áthelyeződéssel.
- Indiai kutatók szintén végeztek számításokat az Arab-tenger fölötti vízgőz-áthelyeződésre. Ellentétben más megfigyelésekkel, ők nedvesség-áthelyeződést találtak a déli féltekéről. Meg kell azonban jegyezni, hogy az idézett két vizsgálatban figyelembe vett időszak nem volt azonos.
- Számításokat végeztek a nedvesség-áthelyeződésre, a hőre és a vízgőzre. Az ezek közötti összefüggésekre végzett számítások eredményeit korábban angolszász szerzők publikálták. Tanulmányuk leírta az ITCZ jellemzőit a 10°N közelében. Úgy találták, hogy a vízgőz transzportja nem volt megbecsülhető a déli féltekéről az Arab-tenger irányába.
- 1973-ban megfigyelték a légtömeg szállítást az Egyenlítőn keresztül a 65°–70°E hosszúságtól nyugatra. A monszun megindulása után a levegő-átszállítás az Egyenlítőn keresztül kb. hatszorosra növekedett. A becslések szerint a nedvesség 2/3-a a déli hemiszférából áramlott át az Arab-tenger nyugati részébe.
- A függőleges sebesség számítása a premonszunális és monszun időszakban határozott különbséget fedezett fel az Arab-tenger fölött. A premonszunális szakaszban a függőleges sebesség áramlási rendszere hasonló az Arab-tenger keleti és középső részei

fölött. Azonban a monszun megindulása után a 65°E-től nyugatra a troposzféra nagy részében a mozgás lefelé mutat, ugyanakkor a 65°E-től keletre a mozgás felfelé irányuló.

- Az energiamérlegre vonatkozó számítások szerint a konvektív folyamatok jelentősen hozzájárulnak e mérleghez a monszun alatt az Arab-tenger keleti felében.

e) *Numerikus kísérletek.* Az ISMEX-73 adatokra alapozva indiai és szovjet szakértőkből alakított munkacsoport numerikus monszun modell dolgozott ki, a baroklin modell primitív egyenletei segítségével.

f) *Oceonográfiai tanulmányok.*

- Az ISMEX-73 folyamán a tenger felszín-hőmérsékletének megfigyelésével hitelesítették a hidegebb víz jelenlétét a szómáliai partoknál. Ez az alacsony hőmérsékletű víz a monszun időszak előrehaladtával kelet felé szétterjed.
- A nyári monszun döntő szerepet játszik a 100 m-es mélységig terjedő vígréteg hőmérsékleti rétegződésének kialakításában.
- Az Arab-tenger középső részén a felületi lehűlt vízzel a felső vígréteg erőteljes átkeveredése a szokásos 40–60 m-ről 75–100 m-ig terjed.
- A premonszunális időszakban az ITCZ befolyására a vízhőmérséklet csökkenését figyelték meg a különböző felszíni vízrétegekben.
- Kapcsolatot találtak az egyenlítői tengervíz közel kétvétes oszcillációja és a vízhőmérséklet fluktuációja között.

Az ISMEX-73 igen hasznos adatokat szolgáltatott, amelyeket a MONSZUN-77 kísérlet terveinek pontosabbá tételéhez is hasznosítani lehetett.

A Szovjetunió az 1977-es kísérlet terveiben előzetesen három kiemelt kutatási területet jelölt meg: a) inverziós rétegek és alacsony szintű jet-ek az Arab-tenger nyugati részében, b) monszun depresszió és a középső troposzféra zavarai a Bengál-öbölben, c) a monszun megindulása, aktív és leépülési szakaszai.

A Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálat a MONSZUN-77 kísérletre a „Sírsov Akadémikus” zászlós hajó vezetésével az „Okean”, „Priboj” és „Priliv” nevű kutatóhajókat indította el 1977. május 4-én Vlagyivosztkból.

A hajók tudományos és alapszemélyzetén kívül meghívott, nemzetközi kutatógárda is részt vett az expedícióban. Az NDK meteorológiai szolgálata és Csehszlovákia két-két főt, Bulgária három főt, Lengyelország Jugoszlávia és a mongol szolgálat egy-egy főt, végül a magyar szolgálat dr. Antal Emánuel (KLF) és dr. Simon Antal (OMSZ) személyében két főt delegált a kutatóútra. A meghívott kutatók részben saját speciális mérési programjukkal indultak, részben pedig a hajók kutatási alapfeladatainak ellátásába kapcsolódtak be. Még

az expedíció kezdetekor Szingapúrban a hajókra egy-egy indiai szakember is felszállt.

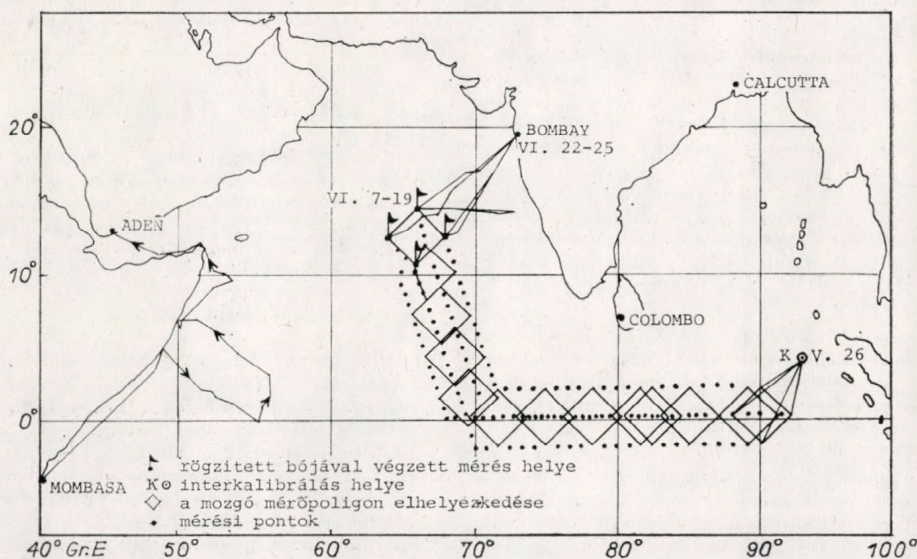
A magyar szolgálat a kutatóútra történt meghívás vétele után „Az óceáni területek fölötti légtér háttér-szennyeződésének műszeres vizsgálata” témát jelentette be a szovjet szolgálatnál, melyben a magyar kutatók tevékenykednek. A magyar résztvevők a KLFI kutatásaihoz csatlakozva öt különböző mérést, illetve mintavételezést végeztek az expedíció folyamán: 1. Vizsgálták a látható fény összetételét és intenzitását nyolc sávban, interferenciaszűrőkkel felszerelt félvázatos (fotodiódás) aktinóméterrel. 2. Fotoelektromos számlálóval (GARNER) mérték az Aitken-részecskék koncentrációját. 3. Ultramembrán szűrővel (NUCLEOPORE) aeroszolrészecske-mintákat gyűjtöttek optikai- és elektronmikroszkópos kiértékelés céljaira, a részecskék nagyság szerinti eloszlásának meghatározásához. 4. A szulfátrészecskék tömegkoncentrációjának vizsgálatához ultramembrán szűrővel (SYNPOR) gyűjtöttek mintákat. Végül 5. a kén-dioxid koncentráció meghatározásához végeztek mintavételezést.

A végrehajtott mérések és mintavételezések kiértékelése még hosszadalmas, utólagos laboratóriumi munkát igényel, így az eredményekről csak később adhatunk számot. Az összegyűjtött minták feldolgozása a KLFI laboratóriumaiban történik meg.

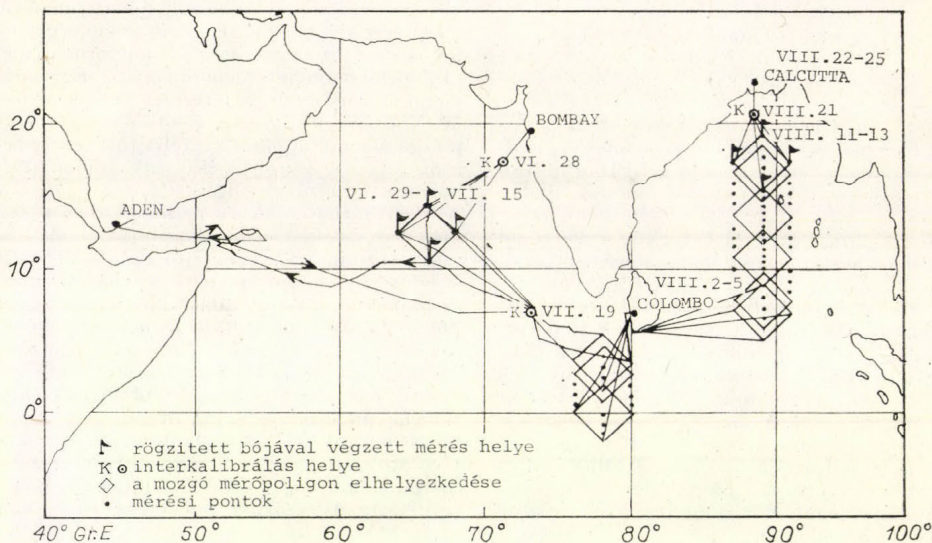
A kutatóhajó-flotta 1977. május 26-án érkezett meg az Indiai-óceánra levő 4°00'N és 93°00' E földrajzi koordinátákra, ahol először a használatba kerülő meteorológiai és hidrológiai műszerek interkalibrálását, vagyis a ki-

sérletben részt vevő összes műszer egyidejű hitelesítését végezték el. E munka befejeztével a hajók az előre megszabott poligonformációnak megfelelő helyüket foglalták el az Egyenlítő mentén. Ekkor kezdődött meg ténylegesen a MONSZUN-77 kísérlet első szakasza, amely mozgó és álló hajókról végrehajtott méréseket irányzott elő. A kísérlet első szakaszának útvonalvázlata a mérőpoligonok feltüntetésével a 4. ábrán látható. Ebben az időszakban a somáli partvidéken a már korábban elindult és más programot is végrehajtott *Sokalszkij* nevű szovjet kutatóhajó vizsgálta a tengeráramlást és ennek hatására kialakuló felszín-levegő kölcsönhatásokat. A 4. ábrán a Sokalszkij útvonala szintén szerepel. Az indiai hadiflotta két hajója ugyanekkor az Arab-tenger partmenti vizein kezdte meg meteorológiai és hidrológiai méréseit (e hajók útvonala az ábrán nincs feltüntetve). Az Arab-tenger közepén levő utolsó poligonban a négy hajó 1-1 automatikus, hidrológiai célú, rögzített bóját helyezte el. Az első szakasz utolsó részében a hajók saját bójájuk körzetében végezték a méréseket. Ez az időszak június 20-án ért véget, ezután a hajók bevonultak *Bombay* kikötőjébe, a szükséges tartalékok főlételezése céljából.

A kísérlet második szakasza (5. ábra) június 28-án szintén interkalibrációval kezdődött. Ezután a hajók visszatértek az előző szakasz utolsó poligonjára és a bóják újbóli lehelyezése után két hétig helyben állva (a mindenkori széliránnyal szemben, a széllal azonos sebességgel haladva) végezték a méréseket. E program befejezésével a 6°30'N és 73°10'E földrajz



4. ábra. A MONSZUN-77 kísérlet első szakaszának útvonalvázlata. A négyszögek a résztvevő négy szovjet tudományos kutató hajó által kialakított mérő poligont jelzi. Az afrikai partoknál a Sokalszkij nevű kutatóhajó útja szerepel



5. ábra. A MONSZUN-77 kísérlet második (Colombóig) és harmadik szakaszának útvonalvázlata

koordináták metszéspontjában ismét kalibrálást végeztek. Ugyanitt a *Priliv* elhagyta az expedíció területét és szerepét az időközben beérkezett *Sokalszkij* vette át. A kalibrálás után a hajók ismét poligonformációt vettek fel és a 78°E meridián mentén mérték az ITCZ zónájában az Egyenlítő vonaláig. Ennek végzetével augusztus 2-án *Colombo (Sri Lanka)* kikötőjébe vonultak be, ahol ismét megtörtént a tartalékok pótlása.

A kísérlet harmadik szakasza (5. ábra, Colombótól Kalkuttáig) augusztus 7-én kezdődött. A négy hajó most a Bengál-öbölben vonult fölfelé északra poligon formációban, rendszeres mérések végzése mellett. Az öböl közepén a hajók az előző gyakorlatnak megfelelően bójákat helyeztek el és álló hajókról a Bengáli-öböl monszundepressziójáról gyűjtöttek rendszeres, igen értékes információkat. E mérésorozat augusztus 19-én fejeződött be. A MONSZUN-77 expedíció kísérleti része ekkor tulajdonképpen már véget ért.

A *Sirsov Akadémikus* és az *Okean* nevű hajók ezután a Hooghly-folyón (a Gangesz-delta egyik ága) át behajóztak Kalkutta kikötőjébe, a *Priliv* és a *Sokalszkij* pedig Szingapúron keresztül elindultak támpontkikötőjük, Vlagyivosztok felé.

Augusztus 23-án a kalkuttai *Birla Planetárium*ban közös indiai–szovjet szimpóziumra került sor *Monsoon Experiment-1977* címmel, amelyen az 1977. évi mérések feldolgozásával előzetes eredményeket mutattak be. Az ülést *Y. P. Rao prof.* nyitotta meg, az elnöki tisztre pedig *dr. B. S. Chuchkalovot*, a szovjet mon-

szunexpedíció tudományos vezetőjét kérték fel. A szimpóziumon négy szekción összesen 32 előadás hangzott el, amelyből 12-öt szovjet, 17-et indiai előadók és 3-at a szovjet hajókon dolgozó vendég kutatók (NDK és bulgár) tartottak meg. A mérések befejezésétől eltelt rövid idő miatt az elhangzott előadások zöme leíró jellegű volt. Minőségileg új eredményről ennek megfelelően még nem lehetett szó, csupán a korábbi vizsgálatok nyertek részben tovább megerősítést.

A hajók augusztus 25-én hagyták el Kalkutta kikötőjét, majd a Bengál-öböl, Andamán-tenger, Maláj szoros útvonalon behajóztak Szingapúrba, ahol az utolsó készletek főlvétele történt meg. Végül szeptember 15-én kötöttek ki a Vlagyivosztok melletti *Nahodka* kikötőjében. Itt a meghívott vendég kutatók partraszálltak és ezzel az 1977-es nyári monszun kutatás kísérleti része befejeződött.

IRODALOM

- The Monsoon Experiment.* GARP publications series No. 18. 1976.
- Götz Gusztáv:* A globális légkörkutató program (GARP) Meteorológiai tanulmányok No. 17. 1977. július 27. OMSZ.
- S. Basu et al. (red.):* Monsoons of the World (Symposium). Meteorological Office, New Delhi 19–21 February 1958 X.
- P. Rao:* Southwest monsoon. India Meteorological Department, June 1976. Meteorological Monograph, Synoptic Meteorology No. 1./1976.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 1. szám. 1978. jan. – febr.
Journal of the Meteorological Service. Vol. 82. No. 1 January – February 1978 Budapest

Some Remarks on the Velocity of Flow with Friction

FARAGÓ, T. Central Meteorological Institute, Budapest

Néhány megjegyzés a sűrűlódásos áramlás sebességéről. A sűrűlódásos horizontális áramlás sebességére vonatkozó, részben általánosabb levezetés lehetőségét Rákóczi (1976) mutatta ki. Jelen tanulmányban a szerző tovább általánosítja e mozgásforma leírását és egy kvázigeosztrófikus közelítéssel kellően reális becslést ad a sebesség időbeli változására.

*

What are the influences that maintain the atmospheric phenomena of different form for a longer period? If we take into consideration the vector equation of the horizontal motion

$$\frac{d\bar{V}}{dt} + f\bar{k} \times \bar{V} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \bar{S} \quad (1)$$

and following Defant-Defant (1958), as it was also done by Rákóczi (1976), the frictional force is put proportional with the velocity

$$\bar{S} = -k\bar{V} \quad (2)$$

then for the total temporal variation of the kinetic energy we shall have

$$\frac{dV^2}{dt} = -\frac{1}{\rho} \bar{V} \cdot \nabla p - kV^2 \quad (3)$$

In these equations \bar{V} , V , ρ , p , k are the horizontal velocity, its magnitude, the density, the pressure and the frictional coefficient.

Let us omit the advection of the velocity, then only the local time derivative of the kinetic energy remains on the left-hand side of (3)

$$\frac{\partial V^2}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \bar{V} \cdot \nabla p - kV^2 \quad (4)$$

It is well-known that the pressure gradient perpendicular to the velocity vector in the case of the geostrophic approximation, so this first estimation provides the following solution

$$V = V_0 e^{-kt} \quad (5)$$

This formula results in the unnaturally fast dissipation of the kinetic energy. In the special case of $k = 1,2 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ being valid at middle latitudes and over the continents, the velocity will have the 10 p. c. of its initial value at 5,3 hr.

Rákóczi (1976) partially extended the above deduction. Using the gas equation he substituted the advection of the pressure force with terms related to the advection of the temperature and that of the density, then he assumed the stationarity of these later advection terms and at last he fixed the angle ε between wind velocity vector and the isobars. These suppositions give

$$V = \left(V_0 + \frac{A}{k} \right) e^{-kt} - \frac{A}{k} \quad (6)$$

where A is a function, among others, of the temperature and density gradients.

Now one must remark that (6), i. e. the integration of (4) in such a way can easily be generated.

Denoting the angle between the velocity vector and the pressure force by ε_1 (thus $\varepsilon_1 = 90^\circ - \varepsilon$) the scalar product in (4) may be written in the form

$$\bar{V} \cdot \nabla p = -V \cdot |\nabla p| \cos \varepsilon_1 \quad (7)$$

Fig. 1 shows a possible arrangement of the above-mentioned vectors. For the motion with friction the velocity vector V deviates from the geostrophic one \bar{V}_g to the lower pressure area (Dési-Rákóczi, 1970). Eliminate

nating the singular solution
 $V \equiv 0$ (4) with (7) gives

$$\dot{V} = 1/\rho |\nabla p| \cos \varepsilon_1 - kV. \quad (8)$$

This is a linear inhomogen differential equation of first order. For the initial values $t=0$, $V = V_0$ we shall have

$$V = (V_0 + \int_0^t B(s) e^{ks} ds) e^{-kt}, \quad (9)$$

where

$$B = \frac{1}{\rho} |\nabla p| \cos \varepsilon_1$$

Therefore the temporal variation of the wind velocity is a function of the frictional coefficient, the density and the advectonal

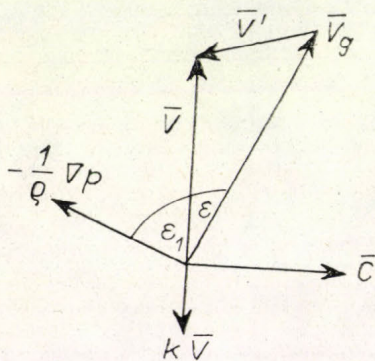


Fig. 1: Arrangement of acting forces and velocities. \bar{C} denotes the Coriolis force, \bar{V}' is the izallobaric wind velocity, other denotations are defined in text

conditions of the pressure (namely, the magnitude of the gradient and its position with respect to the velocity vector). If particularly B independent of time

$$V = (V_0 - \frac{B}{k}) e^{-kt} + \frac{B}{k}, \quad (10)$$

which is just equivalent to (6), because using the gas equation it can be proved that $B = -A$.

A futher simplification gives an approximation of the time-independence of the wind velocity, which is rather real as to its order of magnitude.

For this purpose we express the pressure gradient as follows

$$\nabla p(t) = \nabla p(t \pm \tau) \mp \dot{\nabla p}(t) \tau, \quad (11)$$

where $\dot{\nabla p}$ is the izallobaric gradient. With reference to *Dési-Rákóczi* (1970) we may follow *Ertel's* (1938) principle, which states that the right-hand and left-hand sides of the geostrophic (horizontal) equations of motion (i. e. the expressions of the geostrophic wind) should not be given for the same time instant but as the variation of the velocity may answer the variation of the pressure only after a time, we have

$$f(\rho \bar{V})_t = -k \times \nabla p(t \pm \tau). \quad (12)$$

Moreover the ageostrophic wind determines the izallobaric gradient in (11)

$$f(\rho \bar{V})_t = \mp \tau k \times \dot{\nabla p}(t). \quad (13)$$

So (11) - (13) give

$$|\nabla p| = f \rho V_g, \quad (14)$$

which exactly corresponds to the geostrophic approximation. The behaviour described by (11) - (14) just expresses the tendency of the atmosphere to fall in a ballanced motion. Taking into account that the izallobaric wind is only 10 - 20 p. c. of the actual wind in average (*Götz*, 1967) now we shall use the estimation

$$|\nabla p| = f \rho V. \quad (15)$$

In addition we remark that e. g. for the gradient wind $V < V_g$ in general (*Winn-Nielsen*, 1973). In this case (8) alters into

$$\dot{V} = -(k - f \cos \varepsilon_1) V \quad (16)$$

whose solution is

$$V = V_0 \exp [(f \cos \varepsilon_1 - k) t]. \quad (17)$$

The declination of V from V_g is about $\varepsilon = 30^\circ - 50^\circ$ at the middle latitudes, over the continents (*Dési-Rákóczi*, 1970) so $\cos \varepsilon_1 > 0$. This means that

$$-k + f \cos \varepsilon_1 > -k,$$

consequently in this case the decrease of the velocity is slower in comparison with the simplest estimation (5). Moreover $f \cos \varepsilon_1 - k > 0$ involves its (temporal) increase. (However the elementary approximation of the frictional force (2) becomes less appropriate the larger V .) Particularly, at the middle latitudes over continents we may derive

$$-2 \cdot 10^{-5} \geq -k + f \cos \varepsilon_1 \geq -6 \cdot 10^{-5},$$

which means in other words that the wind velocity takes the 10 p. c. of its initial value at about 10,6–31,8 hr.

More exact estimation of the temporal

variation of the velocity may be computed by the direct use of (9) or by generalization of the above given solution with retaining the advection of the velocity in (3).

REFERENCES

- Defant, A. – Defant, F.*, 1958. *Physikalische Dynamic der Atmosphäre*. Akad. Verl., Frankfurt am Main.
- Dési F. – Rákóczi F.*, 1970. *A légkör dinamikája (Dynamics of the Atmosphere)*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Ertel, H.*, 1938. *Methoden und Probleme der Dynamischen Meteorologie*. Springer Verl., Berlin.
- Götz G.*, 1967. *Dinamikus meteorológiai áttekintés (Review on Dynamical Meteorology)*; *Az időjárás dinamikus előrejelzésének alapjai (Principles of Dynamical Weather Forecasting)* ed. Ambrózy P. Orsz. Meteorológiai Intézet, Budapest.
- Rákóczi F.*, 1976. *A szélsébség időbeli változása surlódásos áramlás esetén (Temporal Variation of Wind Velocity in the Case of an Air-Flow under Friction)*. *Időjárás*, 5., 292–294.
- Wien-Nielsen, A.* 1973. *Compendium of Meteorology, Vol I. Part 1.: Dynamic Meteorology*. WMO No. 364, Geneva.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 1. szám. 1978. jan.—febr.
Journal of the Meteorological Service. Vol. 82, No 1 January—February 1978 Budapest

Tervezet a légkör középső rétegének kutatására (Middle Atmosphere Program: MAP)

BORBÉLY EDIT, Központi Meteorológiai Intézet, Budapest

Az Amerikai Egyesült Államok Illinois államának Urbana nevű városában tartották meg 1976 júniusában a légkör középső részének kutatási programjával foglalkozó konferenciát. A tanácskozás összhívásának elsődleges célja az volt, hogy a közeljövőben indítandó nemzetközi programot megtárgyalják. Ehhez azonban szükséges volt az idevonatkozó tudományos ismeretek felvázolása is, így a jelentés azokat a kutatási eredményeket is tartalmazza, amelyek az utóbbi időkben az egyes bizottságok által rendezett szimpóziumokon ebben a tárgykörben elhangzottak. Ezekből egy összefoglaló jelentést készítettek, amely egyrészt az eddigi kutatási eredményeket, másrészt a jövőre vonatkozó terveket tartalmazza.

A légkör középső részén a 15 km-től a 100 km magasságig terjedő légréteget értik. A felső sztratoszféra néhány évtizeddel ezelőtt még „terra incognita” volt, és éppen az újabb idők technikai fejlődése teremtette meg a lehetőséget ahhoz, hogy műszeres mérésekkel vizsgálhassuk ezeket a régiókat. A készülékek egy része behatolva a rétegbe, a helyszínen szerez információkat, mások a Földről tehát alulról, ismét mások a mesterséges holdakról, azaz felülről végzik el a vizsgálatokat. Mindhárom mérési rendszer helyet kap a MAP (Middle Atmosphere Program) tervezetben.

A MAP 1980-ban kezdődik és 5 évi időtartamra tervezik. Az előkészítő csoport vezetője *J. B. Gregory*. A csoport által előterjesztett általános tervezet az Urbanában megtartott értekezleten részleteiben is megtárgyalták és meghatározták a tudományos témákat és módszereket. A közép-atmoszférikus programnak az a célja, hogy tudományos ismereteket nyerjünk a következő kérdésekre:

1. Mi a valószínűsége annak, hogy az emberi tevékenység következtében a Föld

légköre megváltozik, azaz, hogy az ózonkoncentráció állandó csökkenése károsan befolyásolja a légkör összetételét?

2. Milyen szerepet játszik a légkör középső rétege az éghajlati változások meghatározásában?

3. Melyek azok a folyamatok, amelyek által a Nap hatást gyakorol a Föld légkörére?

Első és legfontosabb kutatási terület az ózonréteg tanulmányozása, mert az ózonréteg vastagságának csökkenése következtében az ultraviola sugarak behatolása a légkör alsó rétegeibe, biológiai károsodást idéz elő a Föld élővilágában. Ilyen károsító hatások a következők lehetnek: bőrrákos megbetegedések számának növekedése; mezőgazdasági vonatkozásban a természetes ökológiai egyensúly megbomlása; az erősebb ultraviola sugárzás csíráölő hatása; a fotokémiai effektusokból eredő szmog fokozódása és más biológiai anyagok felbomlása fotokémiai úton.

Felsorolják, hogy mely tényezők veszélyeztethetik az ózonréteg fennmaradását. Első helyen a repülést említik, ugyanis a szuperszónikus repülőgépek okozzák a legnagyobb problémát, mert a motorokból kiáramló anyagok katalitikusan lebontják az ózonmolekulákat. Bár a szubszónikus repülőgépek ózonszökkentő hatása kisebb az előbbinél, a katonai repülőgépek pedig kis számban közlekednek, a jövőben feltétlenül figyelni kell a repülőgépek ilyen vonatkozású hatására.

A vulkánkitörések alkalmával igen sok nitrogénoxid jut fel a troposzférába, ill. a sztratoszférába, amely szintén bomlasztja az ózont. A rakéták indító anyaga minden esetben valamilyen ammónium származék, ez azonban elhanyagolható.

Fontosak azonban a halogén komponensek, a fluor-klór metánok, a bróm, valamint a különböző égéstermékek. Ezek

azonban csak hosszabb idő múltán fejtik ki hatásukat.

Az elmúlt évezredek éghajlati változásait elég jól ismerjük. Tudásunk van igen nagy mértékű éghajlati változásokról (jégkorszakok), amelyek a jövőben ugyanígy bekövetkezhetnek. Az eddigi vizsgálatok szerint a sztratoszférikus és troposzférikus változások elsősorban termikus eredetűek. Igen fontos és még korántsem eléggé ismert a troposzférikus és sztratoszférikus vízgőz hatása. Néhány mérés és bizonyos elméleti megfontolások szerint az egyenlítői tropopauza hőmérséklete 3 K° -kal fog növekedni. Az egyenlítői tropopauza hőmérsékletének ilyen mértékű változása maga után vonja a következő 50 éven belül, a troposféra nem állandó gázainak, különösen a CO_2 és a fluor-klór metánok növekedését.

A klimatológiai változások értelmezése és vizsgálata céljából a MAP szerint a következők fontosak:

1. A klimatológiai trendek és a hőmérsékleti változások ciklusai közötti kapcsolat állandó és hosszú távú kutatása akkor is, ha ezek nagyon kicsinyek és jelenleg elhanyagolható mértékűek. Ebből a célból a standard készülékek kialakítása, a standard mérések sűrűbb időközökben való teljesítése, valamint a különböző típusú készülékek értékelőinek az összehasonlítása szükséges.

2. Az ózon változásának földrajzi szélesség és hosszúság menti meghatározása.

3. A sztratoszférában és az alsó légkörben az infravörös abszorpció és emisszió kapcsolatának jobb megértése.

4. A CO_2 , a H_2O és a fluor-klór metánok, valamint más nyomgázok sugárzási szerepének tisztázása.

5. A troposféra és a sztratoszféra kapcsolata a planetáris hullámok révén.

6. A jellegzetes nyomgázok szállítódási mechanizmusa a troposféra és a sztratoszféra között.

A Nap és Föld kapcsolódó jelenségeinek vizsgálata eddig csak statisztikai összehasonlítás alapján történt. A fejlettebb híradástechnikai eszközök tették lehetővé és egyúttal kívánatosá is ezeknek a kérdéseknek a tanulmányozását. Az ionoszféra „D” rétegének vizsgálata pl. a rádióhullámok terjedése szempontjából igen lényeges. Jó rádiókapcsolat megteremtése a hajózásnál, a repülésnél, az űrhajózásnál, valamint a mesterséges holdak adatainak vételi viszonyai szempontjából egyaránt fontos.

A MAP gyakorlati programja

A légkör fizikájának és kémiájának komplexitása megkívánja a rendelkezésre álló kísérleti technikának koordinált alkal-

mazását, beleértve a talajon elhelyezett, a helyszínre juttatott és a távolabb felállított mérőeszközök sokféle változatát. Ezek a mérések fognak adatokat szolgáltatni az elméleti megfontolások és a modellek képLETEINEK IGAZOLÁSÁRA.

A talajon a méréseket részben hagyományos, részben új módszerekkel végzik. Passzív optikai rendszerek mérik az égboltfényt abból a célból, hogy az oxigén molekulák, az oxigén atomok és a Na koncentrációját meghatározhassák. A szűrőküveti fényben pedig az Na, K és az ózon koncentrációját. Aktív optikai módszerekkel, azaz Lidar mérésekkel is mérhetők a fent említett elemek és differenciált abszorpciós módszerekkel az O_3 , NO_2 , SO_3 , Mg és a H_2O koncentrációi. Talajról végzendő mérések még a radaros szélmérés, a 80–100 km-ig terjedő magasságban, valamint a driftek mérése, amelyek az 55 és a 105 km-es magassági tartományról adnak információt. A Lidar technikával a nyomelemek követhetők lesznek, akusztikus mérésekkel pedig hőmérséklet és szél-mérést fognak végezni. Az alsó ionoszféra ionizációs mértékét az 55–89 km-es magasságból történő részleges visszaverődési technikával, továbbá ionszondával és fázismagasság-mérésekkel határozzák meg.

A helyszínre juttatott léggömbökkel 30 km magasságig a szokásos elemeket mérik, a rakétaszondákkal pedig az ionizált légköri összetevőket és az ionsűrűséget. Igen sok helyen terveznek repülőgépes vizsgálatokat. Ezekre érzékeny műszerek szerelhetők fel, mint pl. a semleges alkotó elemek mérésére szolgáló rezonancia-mérő. A helyszíni technikák sikeresen és gyorsan alkalmazhatók.

A laboratóriumi mérésekhez tartoznak a különböző abszorpciós és emissziós spektrum vizsgálatok, a lézer technika alkalmazásának a kidolgozása, valamint az egyes gázok közötti reakciók sebességének megállapítása.

Néhány címszó még az előkészítendő vizsgálatokról: Gázok színképi vizsgálata a sztratoszférában lévő gázok elemzése szempontjából és gázok mintavétele; elektron-ütközések mérése; a molekuláris oxigén, nitrogén, krypton stb. mérése; infravörös abszorpciós és emissziós mérések; a légköri alkotóelemek lézer sugárral történő elnyelési és szóródási vizsgálata.

A program két nagyobb témából áll, amely időben is elkülönül egymástól „A” és „B” periódusra. Az „A” program 1978–1981-ig tart. Első szakaszában a troposzféra-sztratoszféra közötti kölcsönkapcsolatokat, ill. mezoszférikus viszonyokat kutatja, valamint a troposzférában jelenlevő nitrogénoxidok és hidrogénoxidok családjába tartozó reakciókat, továbbá a

vulkánok és viharok által okozott perturbációkat, a nukleáris kísérletek anyagai, az égéstermékek és a fertőtlenítő szerek miatt kialakult változásokat. Az „A” program második szakaszában a poláris régiók feletti viszonyokat, az északi fényt okozó töltött részecskék energetikáját és ezek hatását, a világító felhőket, a mezopauza környezetében kialakuló dinamikai viszonyokat, az ionfelhők mozgását és az onnan visszaverődő rádióhullámokat és ezek szóródását vizsgálják.

A „B” program kutatásai az 1981 és 1985 közé eső időszakban történnek. Erre az időszakra a nagy magasságokba feljutatott mesterséges holdakról történő méréseket tervezik. Új űrkatató berendezéseket bocsátanak fel, amelyek közül némelyek véglegesen fennmaradnak a világűrben, mások visszatérnek és esetleg többszöri felbocsátásra is alkalmasak lesznek. A fent említett berendezésekkel az egész Földre kiterjedő, globális méréseket végezhetők.

Az „A” és „B” periódusban tervezett méréseket természetesen koordinálják és a mérési programban szereplő értékes paramétereket táblázatokban közlik, megjelölve a készülékeket és berendezéseket is, amelyekkel a méréseket végezték. Terveznek továbbá olyan méréseket is, amelyekből sorozatokat kell előállítani és egy vagy két hét alatt vagy a tél, vagy a nyár kezdetén, a méréseket nemzetközi mérési periódusokban, gyakrabban végzik. Az időpontokat a világhálózat kommunikációs központjai adják meg, hogy a mérések egyidejűsége biztosítva legyen.

A MAP mérései által szolgáltatott adatok értelmezése

A tervezetnek ez a része a modellezéssel foglalkozik. A modellek készítésénél igen fontos az eredmények területi érvényességének a megállapítása, amely csak 3 dimenziós modell felállításával érhető el. Ez megkívánja a kémiai egyensúlyi állapot ismeretét, valamint a sugárzási és az áramlási folyamatok megfelelő paramétereinek kiválasztását. A kémiai egyensúlyi állapot meghatározásához ismerni kell az aeroszollok képződése és a felhőkből való cseppkiesés közötti kapcsolatot, valamint a talajfelszínnek az egyes összetevők képződésére ill. felbomlására vonatkozó hatását.

Nagyméretű légköri mozgások

Az atmoszféra szerkezete és sugárzási tulajdonságai nem értelmezhetők a nagy méretű légköri mozgások ismerete nélkül. Lényeges szerepet játszanak a nyomele-

mek szállításában, valamint a sugárzási hőmennyiség kiegyenlítésében is.

A zónális cirkuláció legfontosabb jellemzője a sugárzás által kialakított nyári keleties és téli nyugatias áramlás. Ez az évi ciklus lényegében a hőmérsékleti eloszlás miatt alakul ki, a meridionális hőmérsékleti gradiens évszakos változása következtében, amelyet az ózonréteg sugárzás által történő felmelegedése még erősít. Ez az áramlás mindkét félgömbön a közepes szélességeken figyelhető meg. A szél maximuma a 60 m/s-ot is elérheti. Ezek a planetáris hullámok elsődlegesen a troposzférában keletkeznek és vertikálisan terjednek a közép-atmoszféra felé. Ezek a mozgások a szokásos módon kétféle hullámtípusra oszthatók: stacionárius és csillapított hullámokra. Az előbbieket évszakosan változnak és a topografia, valamint a szárazföld és óceán közötti hőmérsékleti különbségek miatt keletkeznek. Ezeknek a szerkezetét a közepes zónális szél forrásai és eloszlásai határozzák meg.

A csillapított hullámok 1-4 hetenként változnak. Ezeknek a hullámoknak a keletkezését még nem ismerjük teljesen. Valószínűleg a troposzférikus erőter gyors változásai alakítják ki.

Az újabb elméleti tanulmányok kimutatják, hogy normális feltételek mellett a stacionárius planetáris hullámok nem váltanak ki változásokat a közepes zónális áramlási eloszlásban. Ezeknek a folyamatoknak a leglátványosabb megnyilvánulása télen a gyors sztratoszférikus felmelegedés, a magas szélességeken. Ezeket a felmelegedéseket a planetáris hullámok erősödése jellemzi és növeli hőmennyiség szállítását a pólus felé, amely a poláris terület felmelegedését eredményezi és megfordítja a hőmérsékleti gradiens irányát, amely normális esetekben a pólustól az egyenlítő felé irányul. Kisebbségi felmelegedések majdnem szabályosan 2-4 hetenként történnek mindkét félgömbön a téli évszakban. A nagy felmelegedések természetesen sokkal ritkábbak és ezek egyúttal a mezoszféra lehűlését is eredményezik.

Az egyenlítői területeken két igen fontos ciklus található, a féléves és a kvázi 2 éves oszcilláció. A féléves oszcilláció az egyenlítői sztratoszféra magasságában észlelhető, nyugatias irányítottsággal a napjegy-egyenlőség idején és keleties a téli és nyári napfordulók idején. Maximális amplitúdója 30 m/s. A keleties szél valószínűleg a téli félgömb planetáris hullámai által keltett, a pólus felé való áramlások és a nyári félgömb egyenlítő felé irányuló sodrásának a Coriolis erővel való kapcsolódása okozza. A nyugati áramlás keletkezése egyelőre még nem ismeretes.

A kvázi 2 éves oszcilláció az alsó sztra-

toszférában mutatkozik. Közepes amplitudója 15 m/s. A mérések és az elméleti tanulmányok szerint a kvázi 2 éves oszcilláció a vertikálisan terjedő egyenlítői hullámok által keletkezik. Két hullámrendszer mutatkozik meg az adatokban. Egyik a kelet felé irányuló ún. *Kelvin* féle, másik pedig a nyugat felé terjedő ún. *Rossby*-féle nehézségi hullámok rendszere. Az előbbiekek hullámhossza 20–40 000 km és 10–20 naponként, az utóbbiak legfeljebb 10 000 km hullámhosszúak és 4–5 naponként ismétlődnek. Mindkét hullámrendszer a troposzféra nagy méretű meteorológiai folyamataiból alakul ki, exakt mechanizmusa azonban még nem ismeretes.

A légköri árapály hullámok közül a félnapos és az egész napos hullámok a legismertebbek, amelyeket az ózon és a vízgőz által elnyelt sugárzásból adódó hőmérséklet változás okoz. A megfigyelt amplitudók 1–2 m/s nagyságúak a 30 km-es magasságban, 5–10 m/s nagyságúak és 50 km magasságban és kb. 40 m/s értékűek a 60 km magasságban. A klasszikus árapály elméleten alapuló számítások néhány részletől eltekintve megegyeznek a mérésekkel. Jobb egyezést kapunk, ha a hőmérséklet és a közepes zónális szél hatásait is beépítik a modellbe. Ez a modell azonban nem alkalmas arra, hogy az évszakos változásokat megmagyarázzuk.

Felmerül tehát a kérdés: milyen részfeladatokat kutatására van szükség? – A zónális áramlási folyamatok tisztázására a déli féltekén, a napi változások megállapítására minden magassági szintben és a 60 km szinttől felfelé az alsó troposzféráig információk gyűjtésére. Meg kell határozni a sztratoszférikus planetáris hullámoknak a troposzféra áramlásaira kifejtett hatásukat. Az egyenlítői hullámok vizsgálatához mérni kell a 35 és 60 km magasság között ezeket a hullámokat és elméleti megfontolásokat is kell végezni a *Kelvin* hullámokat illetően. Az árapály hullámok további vizsgálatához a 60 és 80 km közötti szinteken kell több mérést végezni. A nehézségi hullámoknak a turbulens keveredésben és a disszipációban van szerepük, különösen a 80 km magasságtól felfelé. Meg kell határozni a hullámok globális méretű időbeli és térbeli spektrumait, valamint a hullámképződés forrásait a troposzférában.

Sugárzással kapcsolatos feladatok

1. A napsugárzás behatolása a légkörbe és a sugárzási hő áramlása.
2. A színeké ultraultraviola tartományában a sugárzás intenzitásának a mérése.
3. A színeké látható tartományában a sugárzás intenzitásának mérése.

4. A színeké infravörös tartományában a sugárzás intenzitásának mérése.

A sugárzási hő bevitelét a légkörbe már régóta kutatják. Az alapfolyamatok ismertek, a matematikai kidolgozása kielégítő, több adat bevitelével azonban ezeket még pontosabbá és gyorsan számíthatóvá kellene tenni.

Az intenzitás mérést a színeké ultraultraviola tartományában nagy mértékben akadályozza a molekulák többszörös szórása és visszaszóródása, valamint többszörös abszorpciója. A nagy számítógépek felhasználása és ezzel párhuzamosan a numerikus módszerek kifejlesztése a jelenlegi legfontosabb feladat ezen a területen.

Az ultraultraviola sugárzás mérési nehézségeivel ellentétben a látható fény szinte teljesen akadálytalanul hatol át az atmoszféra legfelső rétegein, azaz ebből a tartományból sem nagyfokú szórás, sem elnyelés nem következik be ezekben a magasságokban. Csak a troposzféra molekulái, a vízgőz és esőcseppek, kémiai szennyezőanyagok, nyomelemek, valamint a földfelszín van hatással erre a sugárzási tartományra.

Az infravörös spektrumra vonatkozó átírási modell tartalmazza az abszorpciós sávok hőmérsékleti függőségének, energiaszintjeinek és a sávzélességnek az adatait. Nagyfokú bizonytalanság van azonban a színeké szélén elhelyezkedő keskenyebb vonalak számának meghatározásában, valamint ezek hőmérsékleti függősége tekintetében. Fontos még az egyes nyomelemeknek az infravörös fényre vonatkozó érzékenysége, abszorbeáló, ill. emittáló aktivitása, a felhők hatása, ezek mennyisége, vastagsága, alap és csúcsmagassága stb. A modellben tehát időben és térben igen változó variánsok szerepelnek így igen nehéz a modell megalkotása.

Ide tartoznak még az ún. poláris sapka abszorpciójával kapcsolatos hatások. Ha a nagy energiájú protonok behatolnak az atmoszférába az ott talált nyomelemekkel katalitikus reakciókat képezve változást hoznak létre a légkör összetételében, pl. az ózon mennyiségében. A nagy energiájú részecskék a kémiai és maghasadási folyamatokra is hatással vannak. Meg kell említenünk még a kozmikus sugárzásokat, az északi fény jelenségét. Ebben a vonatkozásban jelenleg a 10 K Ev-nál nagyobb elektronoknak és az A K Ev-nál nagyobb protonoknak a mérése és vizsgálata fontos, amikor ezek a részecskék belépnek a 100 km alatti rétegekbe.

Befejezésül az egyes nemzetközi Bizottságok képviselőinek hozzászólásait közli a jelentés. Igen fontos a program szervezési és anyagi bázisának pontos kidolgozása. Többben közülük hasznos javaslatokat tettenk erre vonatkozólag.

A GARP HEGYHATÁSOKKAL FOGLALKOZÓ ALPROGRAMJÁNAK ELSŐ TERVEZŐ ÉRTEKEZLETE VELENCÉBEN

A GARP Légáramlás hegyek fölött és hegyek körül elnevezésű alprogramjának első tervező értekezletére 1977. október 24. és 28. között Velencében, a San Giorgio Maggiore szigetén levő Benedek-rendi kolostor ősi épületében került sor, amely ma a híres *Fondazione Giorgio Cini* (Cini-alapítvány) otthona.

Az alprogram megszületésének előzményei a GARP egyesített szervező bizottságának (JOC) 1974 novemberében Budapesten tartott X. ülésére, illetve az 1976 májusában a jugoszláviai Sveti Stefan-ban összeült konferenciára nyúlnak vissza. Ezek az értekezletek vetette föl több ország – köztük hazánk is –, hogy a domborzat áramlásmódosító hatásainak elemzése a globális légkörkutató programjában is helyet kapjon. Ezekről az eseményekről, valamint a Sveti Stefanban javasolt alpi megfigyelési kísérlet programjáról az *Időjárás* korábbi számaiban (80. évf., 295–298. o. 367. o. 1976.), valamint a *Meteorológiai Tanulmányok* No. 17. kötetében részletesen beszámoltunk.

A témának a GARP-alprogramok sorába történő felvételéről a JOC Nairobi-ban tartott XII. ülése (1976 június) határozott, majd a soron következő XIII. ülés (Stockholm, 1977, április) pontosított néhány, az alprogrammal összefüggő elnevezést. A szervező bizottság tagjai úgy döntöttek, hogy megtartják az alprogram valóban meglehetősen hosszú nevét, de ahol ennek a használata bonyolult, a rövid *domborzati alprogram* (GARP *Mountain Sub-programme*) forma alkalmazása is megengedett. A korábbi dokumentumokban szereplő MOUNTAIN rövidítést el kell hagyni: a domborzati alprogram keretében az első globális GARP-kísérlet (FGGE) után szervezendő *alpi kísérlet* neve ALPEX (*Alpine Experiment*). A JOC-nek ugyanez az ülése tekintette át és hagyta jóvá a velencei első tervező konferencia előzetes programját is.

Az értekezletet 12 ország negyven meghívott szakértőjének, valamint a JOC és a WMO képviselőinek jelenlétében *Aksel Wiin-Nielsen prof.*, a JOC domborzati alprogramjának ügyeivel foglalkozó testület elnöke nyitotta meg, majd *Fondazione Cini* elnökének nevében *Stefano Rosso Mazzinghi*, az olasz nemzeti tudományos tanács és az olasz meteorológiai szolgálat nevében pedig *S. Palmieri prof.*, az olasz nemzeti GARP-bizottság elnöke üdvö-

zölte a megjelenteket. Ezt követően az ülés egyhangúlag *A. Wiin-Nielsen* professzort választotta meg az értekezlet elnökéül.

A tervező értekezlet munkája részben plenáris üléseken, részben pedig az *elméleti és numerikus experimentációs kérdésekkel*, az ALPEX megszervezésével, valamint a *nemzetközi alpi adatbank létrehozásával* foglalkozó munkacsoportokon belül folyt. A következőkben az értekezlet legfontosabb, a jövőbeli tervezésekhez is útmutatást adó megállapításait foglaljuk össze.

A domborzat a légköri mozgásokat kétféle módon befolyásolja: *a) közvetlenül*, azáltal hogy horizontális és vertikális irányban eltéríti az azzal tüköző levegőt, s a felszín közelében fokozza az áramlásra ható ellenállást; *b) közvetett formában*, oly módon, hogy az érzékelhető és latens hő megemelt forrásaként hat. A globális hatásokat tekintve, a hegyvonalatok fölélti és a hegyvonalatok körüli áramlások planetáris hullámokat keltenek nem csak a troposzférában, hanem a sztratoszférában és a felső légkörben is. A *kisebb skálákon* a domborzat a többé-kevésbé összetett jelenségeknek egy egész sorát indukálja, amelyeknek alapsabb megismerése nélkül a Föld számos körzetében lehetetlen az időjárást megbízhatóan előrejelezni és az éghajlat jövőbeli alakulását megbecsülni. Mármost a GARP domborzati alprogramjának általános célja éppen az, hogy rendszeres kutatások megszervezésével megszerezze ezeket az ismereteket; e kutatások felhasználják az összes rendelkezésre álló módszereket, beleértve a meglévő légköri adatok analízisét is, s nagymértékben támaszkodnak azokra a megrendezésre kerülő speciális „terep” kísérletekre, amelyek végrehajtása a különböző analitikus, numerikus és laboratóriumi elemzésekre alapuló elméleti vizsgálatok során nélkülözhetetlennek bizonyulnak.

Annak ellenére, hogy a különböző skálájú folyamatok közötti intenzív kölcsönhatások következtében a problémáknak a nagyságrendi elhatárolásokon alapuló osztályozása mindig bizonyos fokig önkényes, a tervező konferencia hasznosnak vélte az alprogram keretében tanulmányozandó témák alábbi csoportosítását:

– *A kiterjedt hegymasszívumok hatása a globális cirkulációra.* Ismeretes, hogy a nagy hegyvonalatok fontos szerepet játszanak azoknak a

kvázi-stacionárius planetáris skálájú perturbációknak a kialakításában, amelyek az energia és az impulzus globális transzportjának nagy hányadát bonyolítják le. A hegyvonulatoknak a planetáris hullámokra kifejtett hatását a termikus kényszerek és a nem-lineáris hullám-kölcsönhatások következményeivel szimulálni kell vizsgálni. Az alapvető probléma ebben a vonatkozásban az, hogy a hegymasszívumnak melyik „tömegjellemzője” (például magassága, vízszintes kiterjedése, érdessége) a leghatékonyabb a planetáris hullámok generálásában.

– *Hegyek hatása a szinoptikus és szub-szinoptikus skálájú áramlásra.* Mindmáig nincs egyértelműen elfogadott módszer arra vonatkozóan, hogy miként kell reprezentálni a hegyeket a szinoptikus skálájú jelenségekkel foglalkozó numerikus kísérletekben. A problémák az analízis, az inicializálás, az adat-asszimiláció és a numerikus modellezés fázisában egyaránt jelentkeznek. A hegyek fölötti és hegyek körüli légáramlás realisabb numerikus szimulációját és előrejelzését biztosító módszerek kidolgozásához jobban kellene ismernünk a kapcsolódó folyamatok fizikáját, a szimulációs eljárások matematikai tulajdonságait, valamint a légáramlás tényleges képét. Ezek az összetevők természetesen kapcsolódnak egymáshoz, megismerésük pedig közelebb vezet az egyik legfontosabb orografikus jelenségnek, a *lee-oldali ciklogenezisnek* a megértéséhez, ami az alpi térségben az időjárás regionális alakulásának egyik döntő tényezője.

– *Kistérségű orografikus hatások.* A tagolt felszín egy egész sor kistérségű kölcsönhatás eredményeként képes ellenállást kifejteni a légmozgásra. Közöttük a legfontosabbak: a felszíni súrlódás, a határ réteg szeparálódása, a blocking, a hidraulikus ugrások és a lee-hullámok. Az átlagos áramlásból az impulzus kivonódásának a mechanizmusa és intenzitása e folyamatok mindegyikénél más és más, következőképpen a domborzatnak a légáramlásra kifejtett hatása attól függ, hogy az adott helyzetben melyik hatás az uralkodó.

Az elkövetkező évek időszériás elméleti és operatív tervező munkája szempontjából meghatározó tényező, hogy a GARP domborzati alprogramja *első terepkísérletének* a színtere az Alpok térsége lesz. Ennek az *alpi kísérletnek* a *speciális tudományos célját* a tervező értekezlet a következőkben fogalmazta meg:

1) Az áramlási mező és a tömegmező jellemzőségeinek meghatározása az Alpok vonulata fölött és ennek környezetében, beleértve a különböző szinoptikus feltételek mellett kialakuló lee-oldali hatásokat.

2) Azoknak a fizikai folyamatoknak, illetve mechanizmusoknak a tanulmányozása, amelyek az Alpok lee-oldalán ciklonok kialakulásához vezetnek, illetve a ciklonok további fejlődését meghatározzák.

3) A légkörből a felszín felé irányuló impul-

zus-átvitel, valamint a hegygerinc fölött és a lee-oldalon a gravitációs-tehetetlenségi hullámenergia disszipációjának a meghatározása.

4) Azoknak a paramétereknek a mérése, amelyek a Földközi-tenger térségében lebonyolódó érzékelhető és latens hőfluxus kiszámításához szükségesek, továbbá a hőfluxus szerepének tisztázása a lee-oldali ciklogenezis folyamatában.

5) Az Alpok hegyvonulata által módosított sugárzási mérleg elemzése.

6) Azoknak a fizikai folyamatoknak a tanulmányozása, amelyek az alpi térségben szélsőséges időjárási eseményekhez (árvíz, szélvihar, tengerár stb.) vezetnek.

Az értekezlet résztvevői pontosan specifikálták az ALPEX egyes célkitűzéseinek megvalósításához szükséges megfigyelési követelményeket, definiálták a megfigyelési követelményekhez nélkülözhetetlen kiegészítő és speciális megfigyelő rendszereket, valamint ezek megfigyelési programját, továbbá javaslatot tettek az ALPEX ún. *belső-kísérleti tartományának* (a korábbi dokumentumokban a „kis szinoptikus skálák tartományának” nevezett területnek) dél felé két földrajzi szélességi fokkal történő kiterjesztésére. A konferenciának ezt a munkafázisát *Joachim P. Kuettner* vezette, aki a GARP számos nagyszabású regionális kísérletének az előkészítésében és irányításában szerzett már hasznos tapasztalatokat.

Végezetül a tervező értekezlet foglalkozott a *nemzetközi alpi adatbankkal* szemben állított követelményekkel, specifikálta az ALPEX operációs központjának kiválasztásánál mérveadó szempontokat, továbbá azokat a körülményeket, amelyeket az ALPEX *időpontjának* kijelölésénél figyelembe kell majd venni.

A különböző országok delegátusai által előterjesztett *előzetes nemzeti megajánlások* jogos reményt nyújtanak arra, hogy az FGGE-t követően megrendezésre kerülő alpi kísérlet elegendő teszt majd a tudományos oldalról megfogalmazott elvárásoknak, és jelentős mértékben hozzájárul azoknak a légköri folyamatoknak az alaposabb megismeréséhez, amelyek gyakran és sokszor huzamos ideig befolyásolják az egész közép- és dél-európai térség időjárását. Ennek azonban előfeltétele az a további alapos előkészítő és szervező munka, amelyet a delegátusok hazájukban folytatnak. A személyes összehangolására azon a második GARP tervező értekezleten kerül sor, amelyet 1978 őszén Ausztria lát vendégül.

Götz G.

✱

INTERKOZMOSZ KONZULTÁCIÓ MOSZKVÁBAN

A szocialista országok űrkutatási együttműködése keretében Moszkvában 1977. szeptember 25. – október 1. között az INTERKOZ-

MOSZ témában konzultációra került sor. A megbeszéléseken a bolgár, a magyar és a vendéglátó szovjet hidrometeorológiai, ill. meteorológiai szolgálat munkatársai vettek részt. A Magyar Meteorológiai Szolgálatot *Dévényi Dezső* tudományos munkatárs és *Kapovits Albertné* tudományos főmunkatárs képviselte.

A résztvevők tájékoztatták egymást a műholdképek alapján nyert információ felhasználásáról végzett kutatások eredményeiről. Megvitatották a műholdképekből nyert mezo- és makrotérségű felhőzeti adatok (egyes szinoptikus objektumok felhőrendszere, illetve a nagytérségű felhőzeti mező) feldolgozásának módszertani kérdéseit és ismertették a soronkövetkező feladatokat.

A konzultációt a vendéglátó szovjet fél gazdag kulturális programmal egészítette ki.

Kapovitsné Róth R.

*

FELHŐMÓDOSÍTÓ REAGENSEK

A Meteorológiai Világszervezet irányítása alatt rövidesen sor kerül az első, nagy nemzetközi csapadéknövelési kísérletre (Precipitation Enhancement Project: PEP). A PEP előkészületeit nemzetközi testület irányítja, amely gyakorlatilag a CAS Időjárásmodosító Bizottságának tagjaiból áll. Ez a bizottság a kísérletek végzéséhez szükséges reagensek fizikai és kémiai tulajdonságainak kiválasztását szakértőkből álló munkacsoportra bízta.

Ez a munkacsoport 1977. október 10. és 15. között Szófiában ült össze *M. L. Corrin* professzor (USA, Colorado State University, Fort Collins) elnökletével. A megbeszélésekre e sorok írója is meghívták. A résztvevők megvitatották a technikailag rendelkezésre álló reagenseket, környezetvédelmi hatásait, a kísérletek lehetséges stratégiáit, valamint a mesterséges jégképző magvak generálási módjait. Reagensként egyhangúlag az ezüst-jodidot ajánlották, amely a legismertebb és legszélesebb körben alkalmazott felhőmodosító anyag. Környezetvédelmi hatásai elhanyagolhatók (szemben pl. az ólom-jodiddal), részecskéi repülőgépeken is viszonylag könnyen generálhatók.

A munkacsoport tagjai a kísérletekhez (téli réteges felhők esetén) amelyekkel a PEP foglalkozni fog az ún. „penetrációs” stratégiát javasolták, amely a részecskék felhőben való (repülőgépes generátorokkal) létrehozását jelenti. Nukleálási hőmérsékletként a -5°C -t ajánlották. Megállapították, hogy a generálásra az ezüst-jodid, ammónium-jodid, víz és aceton keveréke a legalkalmasabb. Végül megvitatották a generátorok kalibrálási módjait. Ez utóbbi kérdésben arra az álláspontra jutottak, hogy felhőkamrás laboratóriumi hitelesítésen kívül magában a felhőben végrehajtott kalibrálás is szükséges.

Mészáros E.

EURÓPAI HIDROLÓGIAI KONFERENCIA

Az UNESCO és a WMO közös rendezésében, az Európai Gazdasági Bizottság közreműködésével Brüsszelben 1977. szeptember 19–22 között került sor az európai hidrológiai kérdésekkel foglalkozó második konferenciára, amely az 1973 augusztusában Bernben megtartott hasonló rendezvény folytatása volt. A konferencián 25 európai ország és 7 nemzetközi szervezet 84 szakértője vett részt. Az Országos Meteorológiai Szolgálatot *Bodolai István* tudományos tanácsadó képviselte. Az ülésszak a Belga Királyi Meteorológiai Intézet Hidrológiai Osztályának vezetője, *Bullot* elnökletével zajlott le, *Cserkavszkij* (Szovjetunió) és *Berggren* (Svédország) alelnökök közreműködésével.

Az ülés napirendjén az UNESCO nemzetközi hidrológiai programjának és a WMO ehhez kapcsolódó operatív hidrológiai programjának teljesítéséről szóló beszámolókat megvitatása, a vízgazdálkodási létesítmények és rendszerek tervezéséhez szükséges hidrológiai adatok cseréje, az európai vízmérleg elemek számításának korszerűsítése, az emberi tevékenység felszíni és talajvízre gyakorolt hatásai, továbbá az európai regionális együttműködések eredményeinek megvitatása szerepelt.

A szakmai vita alapján a konferencia az alábbi kutatási témák koordinált művelésére fogadott el ajánlást:

- a csapadékadatok javítása és ezek alapján egyeztetett európai csapadéktérképek készítése;
- az előrejelzési modellek nemzetközi egyeztetése és közös fejlesztése, különösen a nemzetközi vízgűjtőkön;
- a felszín alatti vízkészletek meghatározásának korszerűsítése és a talajvíz áramlást jellemző alaphozamok kontinentálisan egyeztetett térképezése;
- a vízmérleg és ezen belül elsősorban a légköri vízgőz cirkuláció egész Európára kiterjedő vizsgálata.

A regionális és nemzetközi együttműködés tárgysorozatának keretében jelentések hangzóttak el a Duna Bizottságban, a Rajna medencéjében, a Balti-tenger térségében a skandináv országok és az európai szocialista országok között folyó nemzetközi hidrológiai együttműködésről.

A konferencia tovább erősítette az európai országok közötti szakmai együttműködést, bár egyes kérdésekben néhány nyugati ország ellenzte annak bővítését, egyebek között a légköri vízgőz cirkuláció európai méretű közös vizsgálatát. Ezt a vizsgálatot az UNESCO/WMO várnai, Európa vízmérlegével kapcsolatban összehívott értekezlete ajánlotta 1976-ban, majd a WMO európai régiójának budapesti ülésén két rapportört jelöltek ki, akik az RA–VI. 1978-ban Prágában tartandó ülésére tesznek a témában részletesebb javaslatot.

Másik fontos hidrometeorológiai feladat a nemzetközi vízgyűjtőkre kidolgozott esapadék-előrejelzési modellek fejlesztése és nemzetközi egyeztetése, beleértve a radar-mérések adatainak felhasználását.

Bodolai I.

✱

M. AYADI LÁTOGATÁSA

Az Országos Meteorológiai Szolgálat elnökének meghívására 1977. október 18-án Budapestre érkezett *M. Ayadi*, a Tunéziai Meteorológiai Intézet igazgatója.

Magyarországi tartózkodása alatt először vidéki körúton vett részt, amelynek során meglátogatta a kecskeméti és szarvasi agrometeorológiai obszervatóriumot, a siófoki viharjelző obszervatóriumot, valamint a pécsi alkalmazott felhőfizikai főosztályt. Pécsen részletesen tanulmányozta a jégesőkárok elleni védekezés rendszerét, mivel ilyen kísérleteket Tunéziában is terveznek.

Ezt bizonyította a „Tunéziai jégesőklimatológia” c. előadása, amelyet október 21-én a KLF1-ben tartott népes hallgatóság előtt.

M. Ayadi az említettek kivül látogatást tett még a Központi Előrejelző Intézetben, illetve a Légiforgalmi és Repülőtéri Igazgatóságon *Tomasovszki Pál* főosztályvezetőnél, majd 1977. október 23-án elutazott hazánkba.

Az OMSZ elnökével, illetve szakembereivel folytatott tárgyalásai világossá tették, hogy az együttműködés a két ország meteorológusai között számos területen lehetséges. A lehetőségek közül a jégelhárítás, a levegő háttérstermy-nyeződésének mérése és az agrometeorológiai kutatások emelhetők ki.

Mészáros E.

✱

A. MÁDE AZ MMT TISZTELETI TAGJA

A MMT ezévi közgyűlésén tiszteleti tagjává választotta *Alfred Máde* professzort, az NDK Meteorológiai Társaságának elnökét. A MMT új tiszteleti tagja október 27-én ünnepi előadónként tartotta „Az agrometeorológia feladata és problémái” címmel székfoglaló előadást, melynek során először az agrometeorológia kapcsolatairól, az agrometeorológusok képzéséről fejtette ki nézeteit, majd számos gyakorlati példát mutatott be annak igazolására, hogy az agrometeorológiai információk milyen nagymértékben segítik a mezőgazdasági termelést. Különösen érdekes része volt az előadásnak az agrometeorológiai tanácsadással kapcsolatosan az NDK-ban szerzett sokoldalú tapasztalatok ismertetése.

A nagy figyelemmel hallgatott és fogadott előadás után *Béll Béla* akad. lev. tag, a MMT elnöke a megnyitóban elmondottakat — melyek között az új tiszteleti tag hozzánk fűződő

értékes szakmai, megtisztelő baráti kapcsolatait méltatva, magas színvonalú irányító, oktató és kutató generációt nevelő munkásságát emelte ki — mintegy betetőzve, ünnepélyesen átadta *em. Dr. Dr. h. c. Alfred Máde* professzornak a Magyar Meteorológiai Társaság tiszteleti tagságát tanúsító oklevelet.

Az ünnepelt megköszönve az elismerést, annak a reményének adott kifejezést, hogy a két Társaság a jövőben még szorosabban együtt működik az NDK-beli, valamint a magyarországi és az egyetemes meteorológiai kutatás ügyét szolgálva.

Bozó P.

✱

TÁVKÖZLÉSI SZAKÉRTŐI ÉRTEKEZLET SZÓFIÁBAN

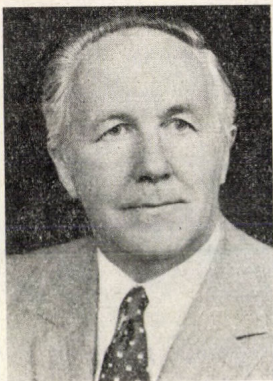
1977. október 17–22. között Szófiában ülésezett az RGMT-nek, a „Szocialista országok távközlési rendszerének automatizálása” témakörben létrehozott szakértői munkacsoportja.

A delegátusok találkozására akkor került sor, mikor a moszkvai és a washingtoni világközpontot összekötő nagysebességű adatátviteli lánc Prága–Moszkva szegmensének kitérő áramkörein már javában folynak az 1200 bit/sec-os átviteli sebességű próbázemek. Várható, hogy 1978-ban a hagyományos 50 baudos géptávirókat, mind a Prága–Budapest–Bukarest–Szófia–Moszkva, mind a Prága–Potsdam–Varsó–Moszkva összeköttetésen felváltják a középssebességű átviteli rendszerek. Az átviteli sebesség növelésével az eddiginél nagyobb mennyiségű megfigyelési anyag és feldolgozott meteorológiai információ továbbítására nyílik lehetőség.

A középssebességű adatátvitel kézi szelekcióval történő irányítása már kis mennyiségű adatnál is az átviteli sebesség jelentős csökkenését eredményezi, a várhatóan egyre nagyobb volumenű adatforgalom kézi szelekcióval történő fenntartása pedig elképzelhetetlen. Ezért mind sürgetőbbé válik a távközlési számítógépek üzembe állítása, a meteorológiai távközlési központok munkájának automatizálása. A szolgálatok egymáshoz kapcsolódó számítógéprendszereinek egységes elveken történő fejlesztése, az illesztés feltételeinek kidolgozása, az automatizált központok munkájának összehangolása, jövőendő távközlési rendszerünk kiépítésének legfontosabb feladata.

A szófia ülést résztvevői a meteorológiai távközlésben alkalmazható adatátviteli berendezésekkel, a grafikus információk cseréjére és kódolására szolgáló készülékekkel, valamint a távközlési központok automatizálásához felhasználható számítógépes rendszerekkel és az automatikus központok programozási irányelveivel foglalkoztak.

Kassai B.



BOŽIDAR KIRIGIN 1921—1977

A 8. Nemzetközi Kárpátmeteorológiai Konferenciára, Freibergbe (NDK) utazva 1977. augusztus 22-én Zwickau közelében halálos autóbaleset érte Kirigin professzort.

Božidar Kirigin 1921. szeptember 4-én Zágrábban született. A zágrábi egyetem természettudományi karán matematikát hallgatót és ugyanott geofizikából doktorált. 1948-tól a zágrábi Meteorológiai Intézet dolgozója, ahol először állomásszervezéssel foglalkozott, mivel akkortájt igen gyér volt az állomáshálózat. Fáradságos munkával korszerű hálózatot hozott létre. 1956-tól haláláig a klíma-osztályt vezette. Klímatográfia volt a szűkebb szakterülete.

Kirigin részt vett a jugoszláv klímaatlász szerkesztésében (négy hőmérséklet- és egy csapadéktérképpel.) Különleges kutatási területe a hegyek csapadék- és szélviszonyai voltak, de foglalkozott mérési módszerekkel is. 1953-ban Horvátország legmagasabban fekvő hegyi állomását (Zavitan 1594 m) szervezte meg. A hegyi állomások szervezése és ellenőrzése nem jelentett nehézséget, mert kiváló turistaként és sielőként ismerték. Külföldön is elismert szak tekintély volt, több ízben képviselte hazáját nemzetközi kongresszusokon, valamint az Alp- és Kárpátmeteorológiai konferenciákon. Éghajlati szakvéleményei alapján tervezték Horvátország út- és elektromostávvezeték-hálózatát. Tagja volt a CIGRA-nak. Szerkesztette a Horvát Hidrometeorológiai Szolgálat kéthavonta megjelenő – egyetlen jugoszláv – szaklapját a VIJESTI-t. Érdeme, hogy e folyóirat – eddig több mint 26 éve – rendszeresen megjelenik. Számos dolgozatot és cikket írt különböző hazai és külföldi tudományos folyóiratba. Utolsó dolgozatát a freibergi konferencián már nem olvashatta fel személyesen. Halálával pótolhatatlan veszteség érte a Jugoszláv Meteorológiai Szolgálatot.

Zách A.

NUMERIKUS MODELLEZŐ SZAKÉRTŐI ÜLÉS PRÁGÁBAN

A meteorológiai elemek objektív analízise és rövidtávú számszerű előrejelzési módszereinek kidolgozása a szubszinoptikus skálán című RGKNIR-téma 1977. október 17. és 21. között Prágában megtartott támaülésén a résztvevő országok képviselői részletesen megtárgyalták a meteorológiai adatok előzetes feldolgozásában, három- és négydimenziós analízisében, valamint az időjárási folyamatok numerikus modellezésében és előrejelzésében az 1975. évi budapesti értekezlet óta elért eredményeket. A beszámolókat követő viták során megállapítást nyertek az alábbiak:

1) A szocialista országokban operatív célokra használt numerikus előrejelzési modellek-nél alkalmazott ráctávolság 150 km-nél nem kisebb. Kvázigeosztrofikus modellek alkalmazása esetén nincs fizikai alapja a ráctávolság további csökkentésének.

2) A műholdas információk előnyösen alkalmazhatók a meteorológiai mezők objektív analízisekor és kívánatos a számszerűsített műholdas adatok közének további bővítése.

3) A meteorológiai megfigyelések archivációs rendszerének kidolgozása a 11. sz. RGKNIR téma hatáskörébe tartozik, ezért a mezoszkálájú numerikus prognosztika archivációs igényeit kidolgozásuk után ezen téma koordinátorához kell eljuttatni.

Az ajánlásokat illetően az az egységes álláspont alakult ki, hogy az 1975. évi budapesti ülés ajánlásai nem teljesültek. Az ülés viszont négy ajánlást dolgozott ki, nevezetesen a) a szakértők valutamentes alapon történő cseréjére, b) a moszkvai Világközpont numerikus analíziseinek és előrejelzéseinek GRID kódban történő továbbítására, c) a numerikus prognosztikai tevékenység technikai bázisának biztosítására, valamint d) a szocialista országok numerikus modellezési és prognosztikai tevékenységére vonatkozó információk cseréjét szabályozó ajánlást.

Az értekezlet résztvevőit fogadta V. Richter, a Csehszlovák Hidrometeorológiai Intézet igazgatója, aki üdvözlő beszédében kiemelte az adott téma népgazdasági jelentőségét. Az igazgatói fogadást követően sor került a prágai meteorológiai intézet néhány részlegének megtekintésére.

Az együttműködés keretében a magyar küldött rendelkezésére bocsátották a prágai meteorológiai intézetben összegyűjtött domborzati adatokat. Az adatok egy 131×154 pontból álló rács rácspontjaiban adottak dekaméterekben. A ráctávolság 10 km. A tartomány felőli Közép-Európa numerikus prognosztikai szempontból legjelentősebb területeit.

Az 1979-ben esedékes következő értekezletre V. I. Zahariev, a bolgár küldöttség vezetője hívta meg a résztvevőket.

Dévényi D.

A LÉGSZENNYEZŐDÉS TÉMAKÖRE AZ OKTATÁSBAN

A jelenlegi meteorológus-képzés egyik fontos kérdése a környezetvédelemmel kapcsolatos témák bevezetése az oktatásba. A megoldás elősegítése céljából a Meteorológiai Világszervezet nemzetközi konferenciát hívott össze. A konferencia 1977. január 31. és február 11. között a Research Triangle Park-kutatóközpontban. (É. Carolina, USA) ülésezett.

Ennek első részében a meghívott szakemberek a légszennyeződés problémakörében összefoglaló előadásokat tartottak, majd javaslatot tettek az általuk előadott téma oktatási módjaira. Az előadásokra a következő szekciókban került sor:

1) Levegőkémia, 2) a légszennyeződés és mérés, 3) levegőminőség, a légszennyeződés hatása az emberi tevékenységre, 4) a légszennyező anyagok transzportja és diszperziója, 5) a légszennyeződés előrejelzése.

E sorok írója a konferencia első részén vett részt. Előadását a 2. szekcióban „Egy speciális légszennyeződés: a légköri aeroszol” címmel tartotta meg.

A konferencia második felében egy szűkebb munkacsoport; elsősorban az előadások és javaslatok alapján, konkrét ajánlásokat dolgozott ki.

A konferencia ideje alatt a résztvevők megtekintették az Egyesült Államok Környezetvédelmi Hivatalának (Environmental Protection Agency) kutatólaboratóriumait, köztük az áramlást modellező részleget, amely a légszennyeződés terjedésének laboratóriumi szimulálásával foglalkozik.

Mészáros E.

*

LÉGSZENNYEZŐDÉSI SZAKÉRTŐI ÜLÉS ZAKOPÁNÉBAN

A VI. (XIV.) Igazgatói Konferencia (1976 Várna) határozatának megfelelően a szocialista országok légszennyeződés meteorológiai munkacsoportja V. ülését 1977. szeptember 22–28. között tartotta Zakopánében. Az ülésen a bolgár, magyar, lengyel, német-demokratikus, román, szlovák és szovjet meteorológiai, ill. hidrometeorológiai szolgálatok küldöttjei vettek részt. Az ülés elnöki tisztét az RGMAZA elnöke *M. E. Berljand* prof. és *Budzinszki, K.* a Légkörfizikai Osztály (Varsó) vezetője közösen látta el.

A napirendre tűzött és megvitatásra került főbb témák a következők voltak: 1. A IV. Ülés (1975) óta végzett kutatások ismertetése. 2. A IV. Ülés ajánlásainak végrehajtása. 3. A RGKNIR–4 téma (Tudományos Kutatásokat Koordináló Munkacsoport keretében „A légszennyeződés elleni védekezés és az ellenőrzés módszerei különböző éghajlati övezetek-

ben”) 1977–1980 közötti kutatási tervének kidolgozása. 4. Az RGMAZA 1977–1980 közötti munkatervének összeállítása. 5. Ajánlások készítése a soron következő Igazgatói Konferenciára.

A magyar szolgálat küldötte ismertette a beszámolási időszakban elért kutatási eredményeket, amelyek az alábbi témák közé csoportosultak: a városi légszennyeződés meteorológiai modellezése egyenlőtlen domborzati viszonyok között, a légköri diffúzió paramétereinek tanulmányozása, diffúzió-klimatológiai paraméterek vizsgálata, különböző léptékű meteorológiai folyamatok modellezése, légköri kémiai reakciók és a Magyarország feletti kén-körforgalom vizsgálata. Szolgálatunk kutatási eredményeit, s hasonlóképpen operatív tevékenységünket a regionális háttér szennyezett-ségi méréseket illetően az RGMAZA elnöke elismeréssel nyugtázta. Osztatlan érdeklődést keltett beszámolómnak a dubrovniki „Kén a légkörben” szimpóziumon végzett tevékenységünkről is.

Az 1977–1980 közötti időszakban az RGMAZA számos feladat megoldását várja szolgálatunktól. A tervek 15 különböző kutatási téma és 11 ajánlás megoldásában való részvételünket tartalmazza. Az Igazgatói Konferenciához felterjesztett ajánlások között szerepel, hogy a VI. RGMAZA ülést 1979-ben szolgálatunk rendezze meg.

A Lengyel Meteorológiai és Vízgazdálkodási Intézet az ülés megtartását példás rendezéssel segítette elő. Az ülészak egy napján a lengyel kollegák tudományos szeminárium keretében ismertették a lengyel légszennyezett-ség-meteorológiai kutatások mai helyzetét, és beszámoltak legújabb kutatási eredményeikről. Sor került arra is, hogy a résztvevők megtekinthessék a Zakopánében működő obszervatórium talajközeli és magaslati állomását, ez utóbbit a 2190 m magasságú Kasprowy Wierchen.

Popovics M.

*

SZAKÉRTŐI ÉRTEKEZLET BRATISLAVÁBAN

„A légszennyeződés elleni védekezés és az ellenőrzés módszerei különböző éghajlati övezetekben” c. RGKNIR-téma szakértői értekezletét 1977. október 11. és 14. között Bratislavában tartották meg. Az értekezleten bolgár, cseh, lengyel, magyar, NDK, román és szovjet szakértők vettek részt. Megfigyelőként Jugoszlávia is jelen volt. A magyar meteorológiai szolgálatot *Feketéné Nárái Katalin*, a Központi Légkörfizikai Intézet tudományos munkatársa képviselte.

Az értekezletet *D. Zavodszki*, a bratislavai Hidrometeorológiai Intézet főosztályvezetője vezette. A résztvevő országok a következő ku-

tatási témákban ismertették és vitatták meg az 1975–77. években végzett kutatások fő eredményeit:

1. Megfigyelési módszerek tökéletesítése, az automatizált ellenőrzési rendszer alapjainak és a légszennyeződéssel kapcsolatos információknak a kidolgozása. 2. Városok és ipari centrumok komplex légszennyeződés kutatási elveinek kidolgozása különböző időjárási viszonyok esetén a domborzat és a városi beépítettség hatásának figyelembe vételével. 3. Légköri diffúzió modellezési módszerének kidolgozása ipari üzemek és lakóházak optimális elhelyezése céljából. 4. Légszennyező anyagok szóródási feltételeit befolyásoló meteorológiai és éghajlati tényezők vizsgálata. 5. Rövid időtartamú légszennyeződés előrejelzés módszereinek tökéletesítése és új módszerek kidolgozása, figyelembevéve a kibocsátások szabályozási lehetőségeit.

6. Légköri radioaktivitás vizsgálata. 7. Természetes és mesterséges forrásokból származó különböző légszennyező anyagok szerepének értékelése a makroméretű szennyeződésben.

Megállapították, hogy a téma kidolgozása a tervnek megfelelően történik, és 1975–77-ben sok fontos eredménye született.

Az ülések között fennmaradó időben a vendéglátók intéztlátogatást és kirándulást szerveztek. Az ülés kifogástalan lebonyolításáért köszönet illeti a csehszlovák meteorológusokat.

Feketéné Nárai K.

✱

AZ ŰRKUTATÁSI KONGRESSZUS PRÁGÁBAN

Több mint ezer résztvevővel 1977. szeptember 25. és október 1. között rendezték meg Prágában az IAF (International Astronautical Federation) XXVIII. Kongresszusát.

A legkülönbözőbb űrkutatással kapcsolatos témákról 49 ülésen folytak az előadások. Meteorológusok részéről négy előadás sorozat tartott nagyobb érdeklődésre számot. Három ezek közül a Föld mesterséges holdakról való megfigyelésével foglalkozott. (Earth Observations I., II., III.) a negyedik ülés pedig a hosszú időtartamú klímaváltozások kérdéseit tárgyalta. (1-st International Symposium on Space Observations of Long-Term Climatic Changes). E sorok írójának „Simple Method for Determining of Atmospheric Ozone Using Infrared Satellite Measurements in 9.6 μ m Band” c. előadására az Earth Observations III. ülésén került sor.

A résztvevőket a „Hotel International”-ban helyezték el, melyben a Kongresszus idejére átalakított előadóterekben az üléseket is tartották. Az igen jól szervezett Kongresszus időtartama alatt a résztvevőknek kirándulással és hangversenylátogatással tették kellemesebbé a prágai tartózkodásukat.

Miskolci F.

300 ÉVE SZÜLETETT AZ ELSŐ HAZAI MŰSZERES METEOROLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK SZERVEZŐJE

Gensel János Ádám, aki 1710-ben Sopronban megszervezte és kezdetben személyesen végezte a meteorológiai megfigyeléseket, bizonyosságot téve arról, hogy az akkori idők szokásainak megfelelően szinte tudatosan polihisztorrá képezve magát, a meteorológia ismeretanyagát is úgy elsajátította, hogy pontos, jó meteorológiai adatokat gyűjtött és jegyzett fel. Adatai ma is használhatók, a mai műszerek adataival összehasonlíthatók. Kár, hogy előbb sokirányú elfoglaltsága, később betegsége megakadályozta a megfigyelések személyes végzésében, a nyert adatok feldolgozásában.

Szülővárosa is Sopron volt, ott látta meg a napvilágot 1677. október 26-án. Éleleszű, lanckadatlan szorgalmú diák volt, aki igen fiatalon, 18 évesen a jénai egyetemen teológiát, majd orvostudományt hallgatott. Tanulmányait befejezve, több olaszországi egyetemen bővítette tudását s 1703-ban Páduában bölcsész- és orvosdoktor lett. Hazatért s előbb Vasvárott gyakorló orvosként, majd 1709-ben Sopronban városi orvosként, 1710-től Vas és Sopron megye főorvosaként dolgozott. Nem kevés hivatali teendője mellett (Esterházy herceg udvari orvosa is volt), a természettudományoknak szinte minden ágát művelte, sok cikke jelent meg, többnyire német nyelven. Fiatalon halt meg szülővárosában 1720. augusztus 20-án.

Nem nehéz fölfedezni a kapcsolatot *Gensel* közéleti tevékenységének és a vele együttjáró felelősségnek jelentős megnövekedése és a soproni meteorológiai megfigyelések általa történt megindítása között: mindkettő 1710-ben következett be. Ez az egybeesés igazolja, hogy ő volt az első hazai művelője az alkalmazott meteorológiának is. Közegészségügyi feladatainak jobb ellátásához óhajtott a rendszeresen gyűjtött adatokat felhasználni. Korai halála megakadályozta tervei valóra váltásában, újabb tervek kidolgozásában. Rövid, de teljes értékű életműve kötelez bennünket arra, hogy a Sopronban ma működő meteorológiai állomás műemlék-épületén arcmását megörökítő domborművet mielőbb a megvalósúlásához segítsük.

✱

Kéri M.

A TERMİK METEOROLÓGIÁJA

A Magyar Meteorológiai Társaság Repülés-meteorológiai Szakosztályában október 20-án *Szalma János* tudományos osztályvezető tartott előadást *A termik Kárpát-medencei természetéről és az előrejelzésére tett kísérletekről* címmel. A nemrégiben újjászervezett szakosztály tagjai és vendégei érdeklődéssel és figyelemmel kísérték a kiscépes, sport- és vitorlázórepülés legtapasztaltabb hazai meteorológus szakértőjét, aki éppen tapasztalataira építve, a ter-

mikiek reálisnak mutatkozik, mind a repülés, mind a terepviszonyok ismerői számára elfogadható osztályozását mutatta be. Elmondta, hogy ennek az osztályozásnak a segítségével (de más, korszerű távközlési és egyéb módszereket, eszközöket is alkalmazva) nagyon eredményes támogatást nyújtottak az idén nyáron Baranya megyében megrendezett nemzetközi vitorlázó repülés versenyen. Előadásá befejezéseként azt a meggyőződését hangoztatta, hogy a már rendelkezésre álló megfigyelési adatok és tapasztalatok elegendőnek látszanak a vitorlázó repülés lehetővé tevő legjelentősebb légköri képződményeknek: a termikeknek kellő pontosságú előrejelzéséhez, a termik-meteorológia elméleti megalapozásához.

A vitorlázó repülés néhány bravúros teljesítményét bemutató színes diaképpel bevezetett előadást *Rábai Attila*, *Szakács Györgymé* és az ülést vezető szakosztály-elnök: *Vissz Károly* hozzászólása tette teljessé.

Kéri M.

✱

RÓNA ZSIGMOND IFJÚSÁGI KÖR A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁGBAN

1977. október 6-án az MTE SZ Anker közti székházában újjá alakult a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör. E körrel – mint azt *Béll Béla* az MMT elnöke megnyitó beszédében kiemelte – elsősorban az egyetemistáknak és a fiatal, pályakezdő meteorológusoknak kívánt a Társaság fórumot teremteni. A körben egyébként a szakmai és módszertani előadások mellett számos lehetőség kínálkozik a fiatal szakemberek közötti kapcsolat elmélyítésére, a Meteorológiai Szolgálat tevékenységének alapos megismerésére. A megnyitó után az Országos Diák-köri Konferencián az MMT és az OMSZ különdíjával kitüntetett előadások hangzottak el. Elsőként *Fekete László* tud. segédmunkatárs ismertette pályaművét „Csapadékos és csapadék nélküli szakaszok statisztikai sajátosságai az Alföldön” címmel, majd *Nagy Zsuzsa* tud. segédmunkatárs előadása következett, amelynek címe „A geopolenciál mező objektív analízise” volt.

Béll B. meleg szavak kíséretében nyújtotta át az MMT pályadíjait az előadókknak, majd a jelenlevők egyhangúan kimondták a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör megalakulását. Megválasztották a Kör vezetőségét is: elnök *Mersich Iván*, az MTA ösztöndíjas aspiránsa, titkár *Haszpra László* IV. éves meteorológus hallgató. A vezetőséget megbízták, hogy dolgozza ki a Kör részletes programját s azt jóváhagyás végett az Ifjúsági Körnek, ill. a Választmányoknak terjessze elő.

Zárszavában *Béll Béla* sok sikert kívánt a kör működéséhez és egyben azt is megígérte, hogy a Meteorológiai Társaság továbbra is minden lehetséges módon támogatja a kör tevékenységét.

Bozó P.

✱

AZ MMT AGROMETEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLYÁNAK ÜLÉSE KECSKEMÉTEN

A Magyar Meteorológiai Társaság és a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet közös rendezésében Kecskemét – Katonatelepen került sor az Agrometeorológiai Szakosztály szeptemberi ülésére. *Füri József* (Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet) és *Kozma Ferenc* (KLF) „A szőlő öntözése és vízháztartása” címen tartott előadása az 1963 óta folyó megfigyelések és kutatások eredményeit ismertette.

Megállapításaik szerint a különböző szőlőkultúrák vízigénye a vegetációs időszak egyes szakaszaiban más és más. Az öntözés gazdaságossága nem kis mértékben függ attól, hogy a megfelelő mennyiségű vizet a megfelelő időpontban juttassák ki az állományba. A szükségesnél kevesebb vizet nem érhető el a kívánt eredmény a termés mennyiségében, több víz viszont a minőség rovására mehet, és emellett költségesebb is.

Az evapotranspirációs kísérletek azt bizonyítják, hogy a rügyfakadás – virágzás, valamint a szüret – lombohullás fázisában a szőlő átlagos transpirációs vízhiánya igen kicsi, ám a virágzás – zsendülés és a zsendülés – szüret időszakában számottevő. Érdekes megjegyezni, hogy a tényleges transpiráció átlagos értéke éppen akkor a legkisebb, amikor a szőlő vízigénye a legnagyobb (július – augusztus).

Figyelembe véve a különböző öntözési módokat (barázdás, esztető, csepegtető és altalaj öntözés) azt találták, hogy a csepegtető öntözés a leggazdaságosabb (a fűrt-termés ekkor a legkedvezőbb), és ezért ezzel az öntözési móddal a legcélszerűbb a talaj nedvességi szintjét a rendelkezésre álló víz 75%-án tartani.

Az egyes szőlőfajták vízigénye közötti különbség – a vizsgálatok szerint – nemcsak a lombzat eltérő méretéből adódott, hanem az egyes fajták biológiai sajátossága is közrejátszott. A különböző fajták vízhiánya 100 – 160 mm között ingadozik.

Az előadást követő hozzászólások a téma fontosságát méltatták. *Kozma Ferencné* és *Pletser János* felhívták a figyelmet a tápanyag és a vízfelhasználás közötti összefüggésvizsgálatok fontosságára. A jövőben majd ebben az irányban is folynak a kutatások. *Katona József* a Szőlészeti és Borászati Kutató Intézet főigazgatója meleg szavakkal méltatta a két intézmény együttműködését és az elért eredményeket. Befejezésül *Bondor Józsefné* az MSZMP Budapest XVIII. kerületi alapszerve

nevében üdvözölte a tanácskozási résztvevőit.

Az ülést a terepmérések színhelyének, a mérőműszereknek és berendezéseknek a megtekintése követte, és végezetül a vendégek a szőlő- és borkóstolóval egybekötött hangulatos ebéden vehettek részt.

N. Dávid A.

✱

AZ MMT VÁLASZTMÁNYI ÜLÉSE

A Magyar Meteorológiai Társaság Választmánya 1977. október 13-án ülést tartott. Szakály József főtitkár beszámolt a pécsi vándorgyűlésről, amelyet immár ötödik alkalommal, a Szlovák Meteorológiai Társasággal közösen rendeztek. A beszámolót Béli Béla és Kéri Menyhért egészítette ki, megköszönve a vándorgyűlés előkészítésében résztvevők fáradozását, külön is kiemelve Szakály József főtitkár érdemeit. Ezután a Választmány által már korábban felkért tagdíj-bizottság elnöke, Zách Alfréd tett javaslatot a tagdíjak új összegére, illetve a tagdíjfizetés és ellenőrzés rendszerére. A vitában résztvevők hangsúlyozták, hogy a Társaságnak egyeztetnie kell a díjfizetés rendszerét a többi MTE SZ-taggyesülettel. Elhatározta a Választmány, hogy felkéri a MTE SZ elnökségét, vizsgálja meg a többi egyesületben tevékenykedő tagok esetében a díjfizetési kedvezmény lehetőségét is.

Az 1977. évi nívó-díjjal kapcsolatban a Választmány kimondta, hogy azt a meteorológiai oktatás, közműveltség, ismeretterjesztés és népszerűsítés témakörében megjelent kiváló munkának lehet odaítélni, s ennek elbírálására Dobosi Z. elnökletével öttagú bizottságot küldött ki. Ugyancsak kimondta a Választmány, hogy az ifjúsági díjjal a Diákköri Tudományos Napok, ill. az Ifjúsági Körben elhangzott legjobb előadást kell díjazni.

Tudomásul vette a Választmány a *Műszerek és megfigyelési módszerek* címmel Hamburgban rendezett nemzetközi konferencián szerzett tapasztalatairól Mezösi Miklós beszámolóját, majd Dévényi D. jelentését hallgatta meg a VIII. Nemzetközi Kárpátmeteorológiai konferenciáról. Ezzel kapcsolatban megvitatta a következő Kárpátmeteorológiai konferencia esetleges magyarországi megrendezésének kérdését is.

A folyó ügyek keretében Szakály J. ismertette a Karszt- és Barlangkutató Társaság felkérését, hogy a Meteorológiai Társaság működik közre az 1978. évi Nemzetközi Karszt-hidrogeológiai szimpózium rendezésében, majd Béli B. adott tájékoztatást a meteorológiai közművelődési tanfolyam előkészítéséről, valamint a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör megalakulásáról.

Végül a Választmány Csordás Éva, Hódi Imre, Kemény Katalin, Kovács Katalin, Pataki

Anna, Szultos Erzsébet, Vodinák Györgyi, Endrédi Ferenc Csanád, Norád János, Kádár Ferenc, Solymosi János, Várhegyi Istvánné, László Nándor, Timon Ildikó, Zimmermann István és Tölgyesi István kérésének eleget téve, fölvette őket a Társaság tagjainak sorába, illetve Tölgyesi István tagságát 1963-tól kezdődő jogfolytonossággal elismerte.

Bozó P.

✱

A METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG GARP-ALBIZOTTSÁGÁNAK ÜLÉSE

Az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottságának GARP-Albizottsága 1977. október 10-én ülést tartott. Megnyitójában Götz Gusztáv, az Albizottság elnöke megemlékezett arról, hogy tíz esztendővel ezelőtt ezen a napon írták alá Rómában a WMO és az ICSU közötti egyezményt a *Globális Légkörkutató Program* létrehozásáról, s körvonalazták azokat az alapelveket, amelyek nyomán megindulhatott a légköri folyamatok jobb megismerését szolgáló széles körű nemzetközi együttműködés.

Ezután az Albizottság elnöke ismertette az utolsó ülés óta eltelt öt hónap fontosabb nemzetközi és hazai eseményeit. Beszámolt az ICSU budapesti értekezletére 1977 szeptemberében hazánkba érkezett GARP-vezetőkkel folytatott megbeszélésekről, valamint arról, hogy az ICSU-nak ezen az ülésén fontos meteorológiai kérdések is szóba kerültek.

Az Albizottság – a Meteorológiai Tudományos Bizottság 1977. szeptember 28-i ülésén elfogadott ajánlásának alapján – tervbe vette, hogy az ún. *második GARP-céllkitűzés* (az általános cirkuláció tanulmányozása és modellezése az éghajlat fizikai alapjainak jobb megértése érdekében) és az ezzel összefüggésben 1980-ban kezdődő *GARP klímadinamikai dekád* terveinek figyelembevételével kidolgozza a lehetséges magyar közreműködés elveit.

Az Albizottság tagjai meghallgatták Simon Antal beszámolóját a *Monsoon-77* kísérletben részt vett magyar meteorológusok munkájáról. Ennek a kísérletnek az elsődleges célja a monszun fejlődési mechanizmusának alaposabb megértése volt. A nemzetközi – elsősorban szovjet és indiai közreműködéssel lebonyolított – expedíció fontos előkészítő szakasza volt annak a fő *monszun-kísérletnek* (MONEX), amelyre az *első globális GARP-kísérlet* (FGGE) folyamán 1979-ben kerül sor.

Végül az Albizottság részletesen foglalkozott a GARP rendszeresebb hazai népszerűsítésének kérdéseivel, és ezzel kapcsolatban számba vette azt a propaganda tevékenységet, amely már a közeli jövőben megvalósítható.

Fara gó T

A KÖZELMŰLTBAN MEGJELENT METEOROLÓGIAI SZAKKÖNYVEK

1. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS KIADVÁNYAI:

- XL. kötet:** **A Balaton éghajlata — A Balaton térségének éghajlati jellegzetességei, hő- és vízháztartása, bioklimája** (Szerk.: BÉLL BÉLA és TAKÁCS LAJOS). Budapest, 1974. 316 B/5 lap. Ára vászonkötésben: 150,— Ft.
- XLI. kötet:** **A meteorológiai mezők statisztikai szerkezete** (Szerk.: CZELNAI, R., L. S. GANDIN, W. I. ZACHARIEW). Orosz és német nyelven. Budapest, 1976. 364 A/4 lap. Ára fűzve: 80,— Ft.
- XLII. kötet:** **HAJÓSY FERENC, KAKAS JÓZSEF, KÉRI MENYHÉRT: A csapadék havi és évi összegei Magyarországon a mérések kezdetétől 1970-ig.** Magyar és német nyelven. Budapest, 1975. 356 A/4 lap. Ára fűzve: 520,— Ft.

2. A METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT KISEBB KIADVÁNYAI:

- 42. szám:** **KOFLANOVITS ERIKA: A csapadékmennyiség változékonyságának elemzése Közép-Európában** (Magyar és angol nyelven). Budapest, 1977. 72 B/5 oldal. Ára fűzve: 25,— Ft.
- 43. szám:** **N. DÁVID ARANKA: Sugárzásháztartás a Fertő tavon** (Magyar és német nyelven). Budapest, 1977. 54 B/5 oldal. Ára fűzve: 25,— Ft.

*

Megrendelhető k

az Országos Meteorológiai Szolgálat Gazdasági Osztályán,
1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. Levélcím: 1525 Budapest,
Postafiók 38.

MEGJELENT

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

A NAPSUGÁRZÁS MAGYARORSZÁGON 1958—1972

Szerkesztette: Dr. Major György

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

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

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA
A szerkesztésért felel: dr. Szepesiné Lőrincz Anna

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

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



77.3227 Athenaeum Nyomda, Budapest — Íves magasnyomás
Felelős vezető: Soproni Béla vezérigazgató

Előfizetés: 1 évre 48 Ft, a Meteorológiai Társaság tagjainak 24 Ft. Befizetés a 232-90 171-2494 tagdíjbefizetési számlán. Megrendelhető: Az Országos Meteorológiai Szolgálat Pénzügyi Osztályán, 1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1. Levél cím: 1525 Budapest Pf. 38. Megjelenik kéthavonként. Egyes szám ára: 8 Ft

INDEX: 26 361

HU ISSN 0324—6329