

IDŐJÁRÁS

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT HIVATALOS LAPJA

TARTALOM

<i>Lugina, K. M. – Dévényi, D.</i> : Nyomási mezők anizotrópia figyelembevételével meghatározott, háromdimenziós, térbeli statisztikai szerkezete (angol nyelven)	121
<i>Oross G. – Vas Z.</i> : A föld évi csapadéknak trendjellegű változása	130
<i>Nárai, K.</i> : A turbulens szóródás mértéke hosszúsorosozatú terepmérés adatai alapján	137
<i>Hesek, F.</i> : A légszennyeződések matematikai modellezésének továbbfejlesztése (angol nyelven)	148
<i>Kozma F. – Tóth E.</i> : Módszer a Fertő tó párolgásának számítására, A ² -kád adataiból	153
<i>Posza, I.</i> : Az időjárás hatása a műtrágyázott kukorica terméseredményére	158
<i>Füri J. – Kozma F.</i> : A csemegeszőlő hő- és vízigénye	162
<i>Tánczer T.</i> : A műholdas meteorológiai adatszolgáltatás fejlődése	168
Krónika	173

CONTENTS

<i>Lugina, K. M. – Dévényi, D.</i> : Three-Dimensional Statistical Structure of the Pressure Field by Taking Anisotropy into Consideration (English text)	121
<i>Oross, G. – Vas, Z.</i> : Trend-like Variation of Precipitation amount on the Earth (Abbreviated english text)	130
<i>Nárai, K.</i> : Determination of the Degree of Turbulent Scatter Based on Data from Long-series Fields Measurements	137
<i>Hesek, F.</i> : Some Ways of Improving Mathematical Modelling of Air Pollution (English text)	148
<i>Kozma, F. – Tóth, E.</i> : A Method for Computing the Evaporation of Lake Fertő from the Data of an Evaporation Pan „A”	153
<i>Posza, I.</i> : Influence of Weather Conditions on the Yield of a Fertilized Maize Crop	158
<i>Füri, J. – Kozma, F.</i> : Water Requirement and Heat Requirement of Dessert Grapes	162
<i>Tánczer, T.</i> : On the Development of the Meteorological Data Service by Satellite	168
Chronicle	173

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. 3. szám. 1978. május – június
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 3. May – June 1978 Budapest

Three-Dimensional Statistical Structure of the Pressure Field by Taking Anisotropy into Consideration

LUGINA, K. M. *Main Geophysical Observatory, Leningrad*, DÉVÉNYI, D. *Central Meteorological Institute, Budapest*

Nyomási mezők anizotrópia figyelembevételével meghatározott háromdimenziós, térbeli statisztikai szerkezete. Jelen cikk a földfelszíni nyomás és a 850, 700 és 500 mb-os izobárfelületek geopotenciálja közötti kölcsönös korrelációs kapcsolat meghatározásakor kapott számítási eredményeket tartalmazza. A szintközötti korrelációkat egy aránylag nem nagy, Dél-Skandináviát, a Szovjet Baltikumot és a Szovjetunió európai területének ÉNY-i részét felölelő tartományra határoztuk meg. Vizsgálataink azt mutatták, hogy a meteorológiai mezők háromdimenziós statisztikai szerkezete a fenti tartományban kifejezetten anizotróp, azaz a maximális korrelációjú pont a vertikális mentén meghatározott évszakos menettel eltér. Ez az eltolódás annál nagyobb, minél nagyobb az izobárfelületek vertikális távolsága.

*

Трёхмерная пространственная статистическая структура поля давления с учетом анизотропии. Приводятся результаты расчета пространственных взаимных корреляционных функций поля давления у земли и геopotенциала изобарических поверхностей 850, 700 и 500 мбар для северо-западной части Европы и ЕТС для января и июля. Расчет производился отдельно для различных направлений между станциями. Показано, что трехмерные корреляционные функции не изотропны. Для каждой пары изобарических поверхностей точка максимальной корреляции смещена относительно вертикали зимой в северо-западном, а летом — в западном направлении. Это смещение тем больше, чем больше вертикальное расстояние между изобарическими поверхностями. Изолинии взаимных корреляционных функций могут быть приближенно описаны окружностями с центром в точке максимальной корреляции. Сезонные различия взаимной корреляции практически отсутствуют в точке максимальной корреляции и возрастают при удалении от этой точки.

*

In order to improve the objective analysis of meteorological fields aloft in areas rarely covered by aerological observations, it is advisable to use also the data of surface observations. The method proposed by *L. S. Gandin* [1] seems to be the most suitable for this purpose, permitting the optimum comparison of meteorological fields and the optimum synthesis of meteorological data obtained at different levels using the method of least squares. The application of this method needs, as a *priori* knowledge, the three-dimensional statistical structure of the meteorological elements.

The analysis of the geopotential fields of standard pressure levels being the most important task in the numerical forecasting practice, the investigations carried out so far, were aimed mainly at determining the three-dimensional statistical structure of these fields. In this connexion the papers of *M. I. Fortus* [12], *L. S. Gandin* and *T. I. Kuznecova* [2] and *G. H. Hatamkulov* [13]

are to be mentioned, in which not only the horizontal correlation of the geopotential field at fixed pressure levels, but also the dependence of the interlevel correlation on distance was studied. The authors carried out these studies assuming the given fields to be homogeneous and isotropic. These assumptions are not true in reality, as proved by the subsequent investigations of *G. V. Gruza* and *V. D. Kasnacheyeva* [3, 4]. The condition of homogeneity of the fields is valid for relatively small distances, while the hypothesis of isotropy is true to some extent, at middle geographical latitudes for the correlation at a single

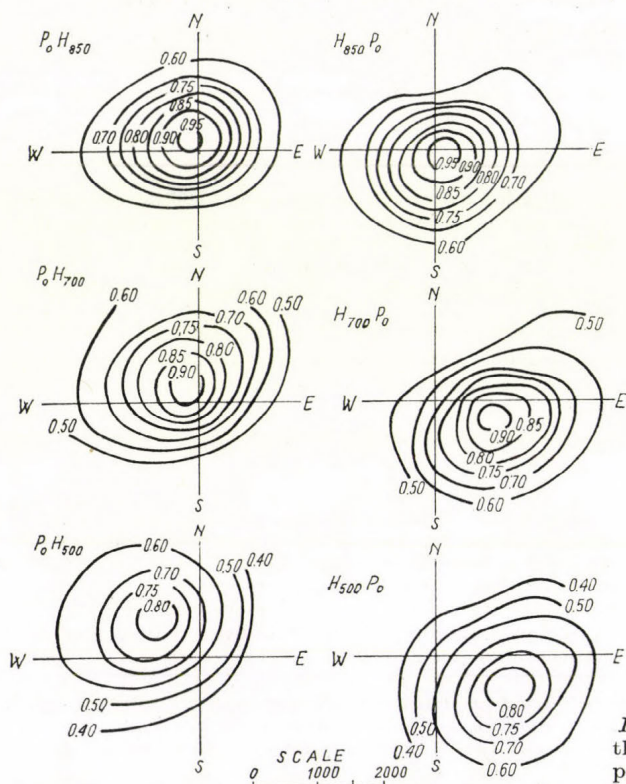


Fig. 1: Cross-correlation functions of the surface pressure and of the geopotential of the 850, 700 and 500 mb isobaric surfaces for January

level. As for the correlation between the levels, it is decidedly anisotropic and in the papers [3, 4] the authors demonstrated the horizontal shift of the point with maximum correlation along the vertical, by the example of the cross-correlation of the ground-level pressure and the 500-mb geopotential.

These conclusions were supported and specified by *V. I. Martemyanov's* calculations [9–11] carried out for the inter-level correlation of all the main isobaric surfaces on a large set of data.

It is obvious that these results have to be taken into account in the elaboration and realization of the three-dimensional objective analysis schemes. The further specification of the structural data for given geographical ranges seems to be important in this respect. The values given in papers [3, 9] for the inter-level correlation were received as a result of an averaging carried out over a large area assuming homogeneity, though it is clearly expressed that

these conditions are not fulfilled. The decrease of the correlation between the levels with the height of the station can be seen clearly [3]. Some information on the significant inhomogeneity of the inter-level correlation is given in *I. A. Dyubkin's* paper [5].

Taking into account that in papers [3, 4, 9–11] the cross-correlation of the geopotential fields of different levels was determined only for the winter season, it seems to be of interest to carry out a similar estimation also for the other seasons, in order to reveal possible seasonal variations.

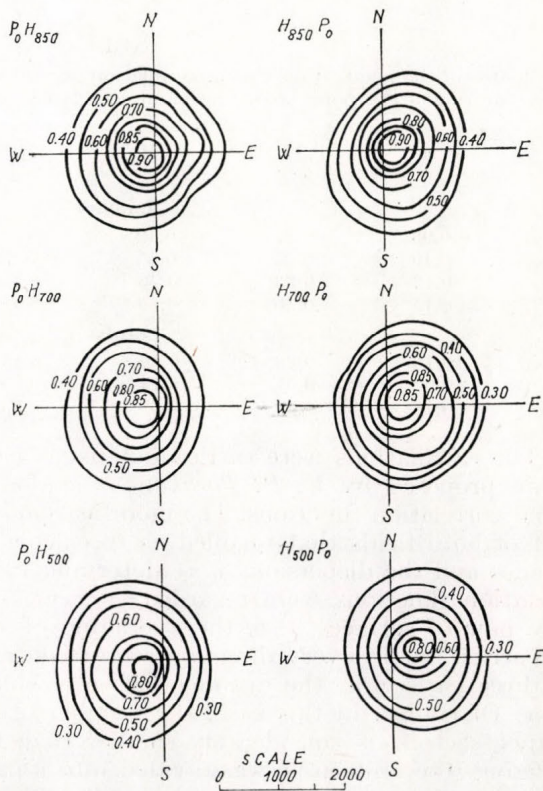


Fig. 2: Cross-correlation functions of the surface pressure and of the geopotential of the 850, 700 and 500 mb isobaric surfaces for July

Technics for the determination of the statistical structure and results of the calculations

The aim of the present paper is to determine the inter-level correlation for a relatively not too large territory covering Southern Scandinavia, the Soviet part of the *Baltic Sea* as well as the NW part of the European territory of the USSR. This area is relatively homogeneous so that the assumption of the homogeneity of the fields seems to be justified. The map of this region and the network of the chosen surface stations (68 stations altogether) are shown in paper [7].

Beside the surface observation data, upper air observation data of 32 aerological stations for winter and those of 24 stations for summer of the same region were also used. The utilization of this relatively great number of data

over a relatively small area permits to carry out a more reliable estimation of the correlations attached to small distances, what is of special importance in objective analysis.

The inter-level correlation functions of the sea-level pressure and the geopotential of the 850, 700 and 500 mb isobaric surfaces were calculated separately for January and July. The 00 and 12 GMT data of the years 1968-71 were used for these months. For the different observations hours 60 situations were chosen. The calculations were carried out separately for both observation hours and the results were averaged.

TABLE 1

Co-ordinates of the point of maximum correlation (x_0 , y_0) in Cartesian system of co-ordinates and the shifting of the point with maximum correlation along the vertical (in 1000 km units)

	$P_0 H_{850}$	$P_0 H_{700}$	$P_0 H_{500}$	$H_{850} P_0$	$H_{700} P_0$	$H_{500} P_0$
January						
x_0	-0,08	-0,23	-0,40	0,08	0,23	0,56
y_0	0,10	0,24	0,65	-0,10	-0,31	-0,57
d	0,13	0,33	0,76	0,13	0,39	0,80
d_1	0,15	0,30	0,60	0,15	0,45	0,60
July						
x_0	-0,18	-0,28	-0,36	0,15	0,26	0,34
y_0	0,02	-0,05	-0,14	0,00	0,00	0,14
d	0,18	0,28	0,39	0,15	0,26	0,37

The calculations were carried out using a modified version of the programme proposed by V. P. Tarakanova [8] for the calculation of anisotropic spacial correlation functions. The modification essentially concerned the joint input of both fields that enabled us to calculate their cross-correlation. The averages and the dispersions were determined separately for each point. The correlation functions were regarded as being horizontally homogeneous for every pair of surfaces, i. e. the averaging of all the correlation coefficients was carried out in every direction sector concerning the stations situated in this direction sector, the distance between which falls to the given distance sector. Of course, in this case, the number of stations falling to one of the distance sectors, is considerably smaller than that in the case of a general averaging (the unit circle was divided into 8 parts, thus in each sector those pairs of stations were taken into consideration where the direction from the surface station toward the aerological station ($P_0 H$) or from, the aerological station toward the surface station ($H P_0$) deviated from, the basic direction by less than $22,5^\circ$). Here and from now on H corresponds to the geopotential data of the 850, 700 or 500 mb surfaces, while P_0 means, as usually, the utilization of the sea-level pressure. The actual correlation functions for January and July are shown in Figs. 1 and 2, respectively.

These figures illustrate the horizontal shifting of the point of maximum correlation in relation to the surface measurement point with height. The data of shifting for January show a good accord with the results obtained by G. V. Gruzha and V. D. Kasnacheyeva [3] and by V. I. Martemyanov [11]. This concerns, first of all, the shifting direction of the point with maximum correlation (NW) and only to a less extent the dimension of shifting. The quantitative characteristics for the shifting of the maximum correlation centre are given in Table I.

TABLE II

Cross-correlation functions of the surface pressure and of the geopotential of the 850, 700 and 500 mb isobaric surfaces, as calculated assuming isotropy and determined for the directions NW and SE for January (00 GMT)

ϱ [thousand kms]	Correlation averaged according to direction							Correlation in NW direction						Correlation in SE direction							
	N_{ϱ}	850		700		500		N_{ϱ}	850		700		500		N_{ϱ}	850		700		500	
		$\mu(\varrho)$	σ_{μ}	$\mu(\varrho)$	σ_{μ}	$\mu(\varrho)$	σ_{μ}		$\mu(\varrho)$	σ_{μ}	$\mu(\varrho)$	σ_{μ}	$\mu(\varrho)$	σ_{μ}		$\mu(\varrho)$	σ_{μ}	$\mu(\varrho)$	σ_{μ}	$\mu(\varrho)$	σ_{μ}
0,00	13	0,952	0,017	0,843	0,055	0,687	0,059														
0,075	12	0,964	0,010	0,876	0,024	0,718	0,034	2													
0,075	12	0,964	0,010	0,876	0,024	0,718	0,034	2	0,974	0,002	0,910	0,002	0,739	0,025							
0,125	33	0,946	0,020	0,856	0,036	0,689	0,056	3	0,966	0,005	0,895	0,008	0,751	0,012	3	0,932	0,002	0,829	0,009	0,638	0,036
0,175	44	0,945	0,025	0,845	0,056	0,688	0,060	7	0,965	0,015	0,886	0,038	0,739	0,053	3	0,912	0,012	0,785	0,031	0,630	0,017
0,225	59	0,930	0,029	0,817	0,105	0,667	0,076	6	0,968	0,012	0,895	0,029	0,753	0,041	10	0,904	0,018	0,768	0,132	0,620	0,094
0,275	70	0,931	0,030	0,836	0,060	0,683	0,076	9	0,964	0,008	0,908	0,015	0,766	0,024	6	0,883	0,011	0,762	0,021	0,591	0,040
0,325	82	0,917	0,039	0,815	0,086	0,670	0,084	9	0,958	0,016	0,896	0,038	0,769	0,056	9	0,854	0,015	0,725	0,055	0,579	0,041
0,375	86	0,910	0,038	0,822	0,086	0,679	0,092	7	0,947	0,014	0,896	0,023	0,775	0,053	10	0,863	0,022	0,704	0,126	0,582	0,032
0,425	103	0,888	0,049	0,793	0,089	0,654	0,095	11	0,940	0,011	0,899	0,016	0,774	0,043	15	0,825	0,022	0,708	0,024	0,555	0,042
0,475	103	0,886	0,050	0,803	0,092	0,672	0,102	12	0,926	0,018	0,887	0,029	0,775	0,047	11	0,808	0,033	0,668	0,109	0,547	0,057
0,550	200	0,854	0,064	0,769	0,119	0,650	0,127	23	0,924	0,017	0,905	0,026	0,821	0,036	26	0,779	0,031	0,637	0,095	0,514	0,046
0,650	192	0,833	0,071	0,764	0,131	0,654	0,142	30	0,896	0,027	0,887	0,035	0,805	0,049	20	0,740	0,042	0,575	0,121	0,473	0,052
0,750	185	0,804	0,078	0,734	0,168	0,647	0,162	28	0,869	0,026	0,878	0,028	0,813	0,035	16	0,715	0,024	0,432	0,199	0,412	0,066
0,850	188	0,782	0,088	0,718	0,177	0,645	0,172	29	0,843	0,026	0,858	0,036	0,815	0,044	9	0,665	0,055	0,380	0,194	0,318	0,064
1,050	475	0,730	0,100	0,684	0,160	0,622	0,169	66	0,793	0,033	0,816	0,039	0,787	0,044	6	0,598	0,059	0,330	0,185	0,332	0,044
1,300	192	0,669	0,084	0,652	0,147	0,612	0,161	33	0,714	0,035	0,750	0,036	0,746	0,041	1	0,501	0,000	0,084	0,000	0,239	0,00
1,500	100	0,622	0,056	0,595	0,131	0,559	0,150	16	0,647	0,026	0,682	0,042	0,688	0,047	—	—	—	—	—	—	—
1,700	32	0,606	0,048	0,609	0,097	0,593	0,126	5	0,600	0,036	0,635	0,057	0,662	0,046	—	—	—	—	—	—	—
1,900	7	0,607	0,038	0,624	0,039	0,616	0,042	1	0,574	0,000	0,630	0,000	0,651	0,000	—	—	—	—	—	—	—

TABLE III

Cross-correlation functions of the surface pressure and of the geopotential of the 850, 700 and 500 mb isobaric surfaces, as calculated assuming isotropy and determined for the directions W and E for July (00 GMT)

ρ [thousand kms]	Correlation averaged according to direction							Correlation in W direction						Correlation in E direction							
	N_ρ	850		700		500		N_ρ	850		700		500		N_ρ	850		700		500	
		$\mu(\rho)$	σ_μ	$\mu(\rho)$	σ_μ	$\mu(\rho)$	σ_μ		$\mu(\rho)$	σ_μ	$\mu(\rho)$	σ_μ	$\mu(\rho)$	σ_μ		$\mu(\rho)$	σ_μ	$\mu(\rho)$	σ_μ	$\mu(\rho)$	σ_μ
0,00	12	0,894	0,134	0,794	0,148	0,673	0,148														
0,075	12	0,928	0,046	0,831	0,062	0,698	0,086	4	0,960	0,011	0,879	0,040	0,769	0,037	1	0,808	0,000	0,675	0,000	0,559	0,000
0,125	31	0,910	0,030	0,817	0,048	0,687	0,054	3	0,947	0,016	0,896	0,020	0,775	0,044	5	0,888	0,023	0,766	0,034	0,646	0,022
0,175	38	0,922	0,041	0,832	0,053	0,708	0,069	6	0,955	0,010	0,879	0,014	0,768	0,029	4	0,836	0,058	0,744	0,061	0,620	0,010
0,225	47	0,891	0,055	0,805	0,074	0,678	0,093	5	0,946	0,022	0,873	0,019	0,770	0,010	5	0,808	0,058	0,703	0,065	0,558	0,107
0,275	59	0,875	0,087	0,789	0,110	0,673	0,126	7	0,875	0,163	0,816	0,192	0,728	0,180	10	0,797	0,059	0,689	0,068	0,559	0,069
0,325	65	0,856	0,072	0,777	0,096	0,658	0,111	13	0,922	0,023	0,880	0,759	0,077	8							
0,325	65	0,856	0,072	0,777	0,096	0,658	0,111	13	0,922	0,023	0,880	0,022	0,759	0,077	8	0,753	0,035	0,644	0,029	0,512	0,049
0,375	76	0,821	0,078	0,741	0,105	0,630	0,133	9	0,909	0,036	0,882	0,030	0,813	0,050	10	0,725	0,052	0,637	0,049	0,501	0,030
0,425	74	0,793	0,093	0,722	0,125	0,621	0,140	10	0,887	0,039	0,870	0,050	0,785	0,061	7	0,676	0,034	0,565	0,058	0,479	0,043
0,475	82	0,753	0,105	0,692	0,137	0,584	0,153	14	0,852	0,030	0,855	0,052	0,769	0,070	8	0,634	0,037	0,539	0,037	0,435	0,032
0,550	151	0,728	0,125	0,681	0,159	0,587	0,168	30	0,828	0,051	0,838	0,054	0,762	0,078	18	0,580	0,104	0,489	0,091	0,385	0,060
0,650	145	0,681	0,135	0,639	0,165	0,554	0,186	24	0,772	0,073	0,786	0,059	0,756	0,063	19	0,518	0,100	0,429	0,085	0,331	0,054
0,750	127	0,611	0,144	0,574	0,176	0,509	0,201	24	0,728	0,091	0,736	0,097	0,714	0,108	17	0,426	0,098	0,350	0,079	0,218	0,053
0,850	125	0,556	0,159	0,526	0,188	0,470	0,216	31	0,647	0,075	0,664	0,084	0,677	0,078	16	0,291	0,091	0,231	0,078	0,192	0,064
1,050	337	0,470	0,179	0,432	0,209	0,378	0,236	78	0,553	0,138	0,576	0,132	0,600	0,124	37	0,190	0,097	0,132	0,079	0,106	0,067
1,300	147	0,346	0,155	0,331	0,180	0,293	0,196	57	0,390	0,095	0,428	0,102	0,435	0,090	10	-0,029	0,050	-0,048	0,042	-0,039	0,045
1,500	70	0,167	0,160	0,152	0,167	0,137	0,182	27	0,227	0,103	0,247	0,097	0,277	0,096	9	-0,145	0,032	-0,147	0,051	-0,122	0,065
1,700	28	0,123	0,148	0,107	0,148	0,122	0,162	18	0,197	0,113	0,180	0,103	0,207	0,097	1	-0,210	0,00	-0,197	0,00	-0,122	0,00
1,900	6	0,001	0,084	-0,028	0,066	0,002	0,064	5	0,029	0,062	-0,005	0,048	0,024	0,047	-	-	-	-	-	-	-

where—beside the shifting intervals d calculated on the basis of our data—the results of *V. I. Martemyanov's* estimation are also indicated with the marking d_1 . The system of co-ordinates was chosen so that the axis of ordinates be oriented eastwards and the axis of abscissas nordwards.

In summer the maximum correlation centre shifts westwards; for the lower levels (850 and 700 mb) this shifting is the same as that in winter, while for the 500 mb level it is half as much. Besides, in the area of the 500 mb surface the maximum correlation point shifts toward W—SW. It should be noted that

TABLE IV
Distribution of the cross-correlation of the surface pressure and of the geopotential of the isobaric surfaces with height

	Maximum value		Value in a fixed point	
	January	July	January	July
P_0 AT ₈₅₀	0,97	0,97	0,95	0,94
P_0 AT ₇₀₀	0,91	0,90	0,85	0,82
P_0 AT ₅₀₀	0,82	0,82	0,69	0,71

though the shifting of the maximum correlation range (P_0, H) altogether can be regarded as having a NW direction in January and a W direction in July, in reality a certain change can be observed in the direction from the lower levels toward the upper ones. In addition, while in winter this is a clockwise turning, in summer it goes in the opposite direction.

In *Tables II* and *III* the values of cross-correlation functions for surface pressure and for the isobaric levels are indicated that were calculated assuming isotropy and without this supposition, respectively. In this latter case the values of functions attached to the direction of maximum correlation and to the opposite direction, are indicated. As already mentioned, for January this is the direction NW—SE, and for July: W—E. The *Tables* contain, in addition, the number of pairs of stations involved in averaging [$N(\rho)$] and the dispersion of correlation coefficients concerning average dispersion (ρ_μ).

According to expectations, the value σ_μ is much greater for isotropic functions than that in the case of taking direction into account, as it can be seen in the tables.

The comparison of the data of *Tables II* and *III* shows that the values of spacial cross-correlation functions averaged for all the directions are considerably smaller in summer than in winter in every distance sector. The difference is small if ρ approximates zero and it increases with increasing distance. As for the correlation functions calculated with taking directions into account, there are practically no seasonal differences in the maximum correlation centre, but they increase departing from this centre in any direction. The data of *Table IV* are of interest in this connexion; in this table the maximum cross-correlation coefficients are given as well as the values calculated without considering the shift of the point with maximum correlation.

Approximation of the correlation functions

In practical problems, e. g. in objective analysis, it is convenient to use correlation functions approximated by analytical formulae. It seemed to be advisable to approximate the isocorrelates shown in *Figs. 1* and *2* for each

pair of surfaces as well as for January and July by contours having their centre in the maximum correlation point (see *Table I* as well). The decrease of correlation with distance is described by *M. I. Yudin's* formula [14] which was used by him for the description of the correlation of geopotential for the 500 mb isobaric surface and which describes the spacial correlation function of the surface pressure quite well up to a distance of 1500 km [7].

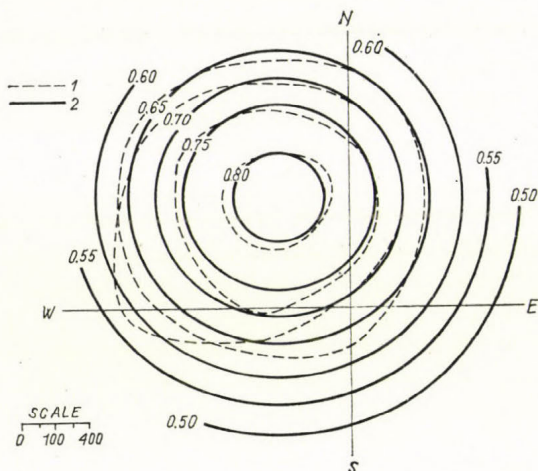


Fig. 3: Contours of the cross-correlation functions of the surface pressure and of the geopotential of the 500 mb surface as determined empirically (1) and by the formula [1] (2), respectively

For the cross-correlation function of the geopotential of the isobaric surfaces this formula has the following form:

$$\mu_{P_0, H}(\varrho) = \mu_{\max} \left(1 + \frac{\varrho}{\varrho_0}\right) e^{-\varrho/\varrho_0} \quad (1)$$

where

$$\sqrt{\varrho} = \sqrt{(x_0 - x)^2 + (y_0 - y)^2}$$

μ_{\max} : value of maximum correlation for the given pair of isobaric surfaces;

x_0, y_0, x, y : horizontal coordinates of the point with maximum correlation and of the points where the values of correlation functions were determined, respectively (the coordinates are calculated in 1000-km units);

ϱ_0 : factor normalizing the distance; its value is $1,05 \cdot 10^3$ kms for January and $0,7 \cdot 10^3$ kms for July.

As an example, on *Fig. 3* the contours of cross-correlation functions of the geopotential for the 500 mb surface are given as determined empirically and by the formula (1), respectively. Both sets of value show a good accord, as it can be seen in the figure.

Conclusions

Summing up the cross-correlation relation of the surface pressure and the geopotential of the isobaric surfaces for the studied range, the following conclusions can be drawn:

1. The shifting of the point with maxima correlation for winter shows a good accord with the data of *V. G. Gruza* and *V. D. Kasnacheeva* [3] as well as with those of *V. I. Martemyanov* [11].

2. The values of maximum correlation as determined in this paper are much greater than the values received in the above papers for large areas. This is to be explained, in all probability, by the fact that in this large range a considerable region is covered by mountain stations for which — as it was shown in paper [3] — the cross-correlation is smaller.

3. Under summer conditions the point with maximum correlation had a shifting in relation to the surface point not in NW but in W direction. The value of maximum cross-correlation practically corresponds to the actual winter value. With increasing distance from the point of maximum correlation the cross-correlation decreases more rapidly than in winter.

4. The contours of cross-correlation for every pair of surfaces can be approximated by concentric circles having their centres in the point with maximum correlation.

Acknowledgement

The authors express their acknowledgement to *L. S. Gandin* and *R. L. Kagan*, doctors of mathematical and physical sciences, for their valuable advices and assistance, as well as to all of those who made possible and helped to carry out this work.

REFERENCES

- [1] *Гандин, Л. С.* Об оптимальном согласовании метеорологических полей. Труды ГГО, 1962, вып. 124, с. 3—17.
- [2] *Гандин, Л. С., Кузнецова Т. И.* О пространственной статистической структуре поля геопотенциала. Труды ГГО, 1965, вып. 168, с. 84—93.
- [3] *Груза, Г. В., Касначевая В. Д.* Статистическая структура барического поля северного полушария (внетропические широты). Труды САНИГМИ, 1968, вып. 38(53), с. 134.
- [4] *Груза, Г. В., Касначевая В. Д.* Анизотропная пространственно-временная корреляционная функция барического поля. Изв. АН СССР, ФАО, 1968, т. 4, № 7, с. 710—716.
- [5] *Дюбкин, И. А.* Взаимосвязь давления на уровне моря и высот изобарических поверхностей в высоких широтах северного полушария. Труды ААНИИ, 1966, т. 277, с. 20—27.
- [6] *Лугина, К. М., Каган, Р. Л.* К вопросу о пространственно-временном анализе барического поля. Труды ГГО, 1974, вып. 336, с. 48—59.
- [7] *Лугина К. М., Тараканова В. П.* Пространственная структура поля средней месячной температуры. — «Исследование статистической структуры метеорологических полей» (материалы международного симпозиума специалистов гидрометслужб социалистических стран), 1975, т. 1, с. 73—79.
- [8] *Мартемьянов, В. И.* О статистической структуре поля геопотенциала и давления у земли. Труды САНИГМИ, 1968, вып. 40(45), с. 75—88.
- [9] *Мартемьянов, В. И.* Об анизотропии корреляционных функций поля геопотенциала (давление). Труды САНИГМИ, 1968, вып. 40(55), с. 89—100.
- [10] *Мартемьянов, В. И.* О пространственно-временной статистической структуре трехмерного поля давления. Труды ГГО, 1974, вып. 298, с. 54—62.
- [11] *Фортус, М. И.* Трехмерная пространственная структура поля геопотенциала. Труды ГГО, 1964, вып. 165, с. 27—39.
- [12] *Хатамкулов, Г. Х.* Об использовании наземной информации при объективном анализе аэрологических полей. Труды ГГО, 1967, вып. 208, с. 96—105.
- [13] *Юдин, М. И.* Некоторые закономерности структуры геопотенциала. Труды ГГО, 1961, вып. 121, с. 3—18.

IDÓJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 3. szám. 1978. május – június
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 3. May – June 1978 Budapest

A Föld évi csapadékának trendjellegű változása

OROSS GABRIELLA, JATE Éghajlattani Tanszék, VAS ZOLTÁN, JATE Kibernetikai Laboratórium, Szeged

Трендообразное изменение годовой суммы осадков на территории Земли. Целью настоящей работы было поставлено выяснение, по рядам данных об осадках за несколько десятилетий, вопроса о том, намечается-ли некоторое систематическое изменение в годовых количествах осадков в различных районах Земли, или же режим осадков различных территорий может считаться постоянным. Для этой цели был проведен анализ рядов данных о годовых суммах осадков за периоды с 1890 по 1970, с 1890 по 1930 и с 1930 по 1970 гг. для 116 станций, с использованием линейного метода вычисления тренда, причем коэффициенты тренда, характеризующие величины и направление изменений, были нанесены на карту (рис. 2—4). Была определена разница между величинами тренда за первое и второе сороколетия, получившиеся в результате подразделения всего ряда данных. На этой основе на карте были выделены районы с восходящим и нисходящим трендом, соответственно (рис. 5). Подводя итоги можно сказать, что экстремально большие изменения нигде не намечаются, но вместе с тем, с учетом как пространственных, так и временных изменений, для территории всей Земли характерно небольшое увеличение суммы осадков. Однако, данное увеличение оказывается столь незначительным, что им можно практически пренебречь и режим осадков нашей планеты может считаться неизменным за прошедшие 8 десятилетий.

*

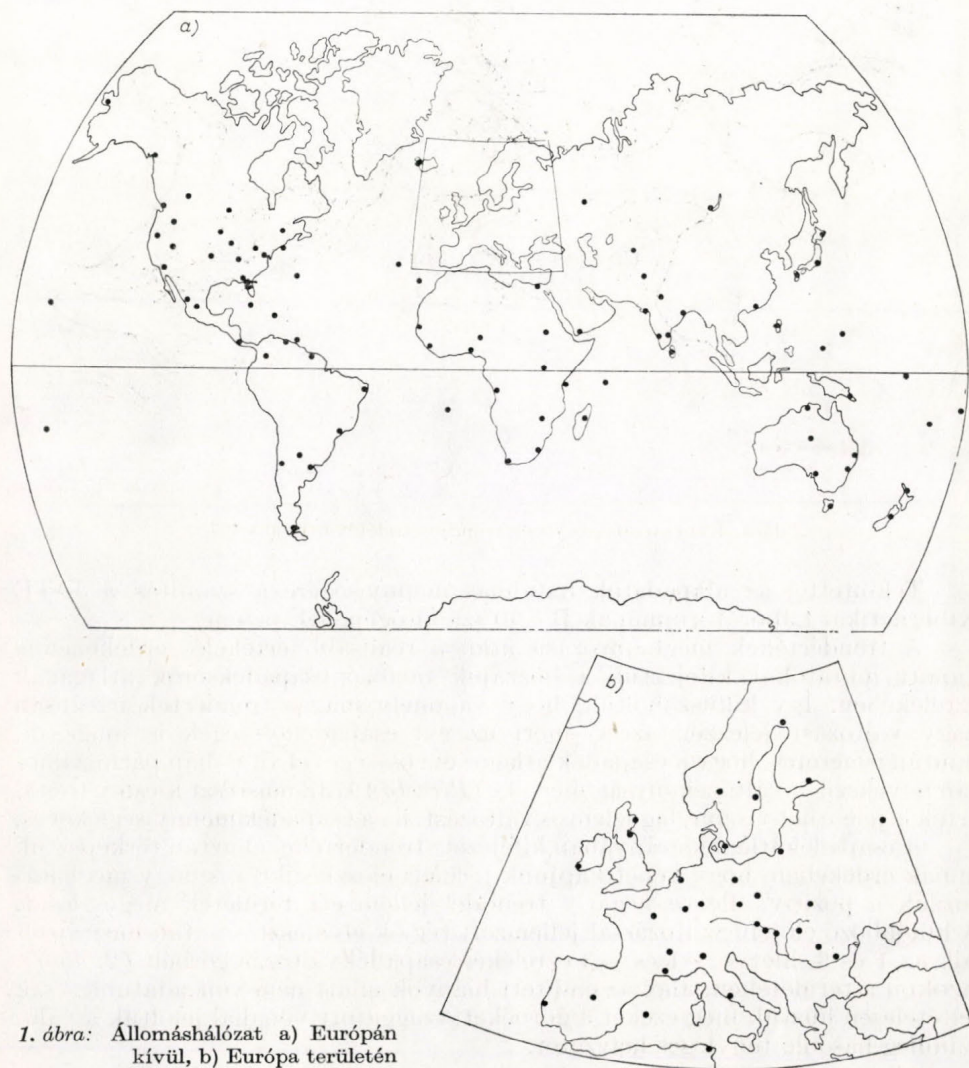
Az évszázados éghajlati idősorok matematikai statisztikai vizsgálata több olyan kérdés tisztázásához hozzájárulhat, amely a légkör fizikai rendszerének megismeréséhez vezet. Így például a hosszú idősorok elemzése az éghajlatingadozások jellegének, térbeliségének és esetlegesen okainak a földerítéséhez vezethet el.

A légkör fizikai rendszerében, az általános lércörzésben fellépő változásokra a legérzékenyebb elem a csapadék. Vizsgálatunk célja több évtizedes csapadéksorokból annak felderítése, hogy Földünk különböző területein mutatkozik-e az évi csapadékösszegekben rendszeres változás (növekedés vagy csökkenés), vagy pedig a különböző tájak csapadékszere több évtizedre visszamenően változatlanok tekinthető.

Ugyanezzel a kérdéssel foglalkozik *Koflanovits E.* (1977) tanulmányának első fejezete, melyben 29 európai állomás 1871–1970 közötti évi csapadékösszegeinek sorozatát elemezte a szerző, s meghatározta ezen adatsorok trendértékeit. Trendanalízisének eredményeit összefoglalva megállapította, hogy „Európa csapadékmennyiségének változásában az elmúlt évszázad során számottevő növekedés vagy csökkenés tendenciája nem mutatható ki.” A kis értékű változások előjelüket tekintve azonban területileg jól elkülöníthetők, mégpedig Európa északi részén a csapadékmennyiség növekedése, déli, délkeleti részén enyhe csökkenése a jellemző.

Fölmerült a kérdés, hogy a Föld egészére nézve hogyan alakul a több évtizedes csapadékosorok trendje, elkülöníthetők-e csapadéknövekedéssel, illetve csökkenéssel jellemezhető területek?

A vizsgálat alapjául szolgáló adatsorok kiválasztásakor azt vettük figyelembe, hogy azok elég hosszúak és egy kiszemelt időintervallumban lehetőleg hiánymentesek legyenek, valamint hogy térbeli eloszlásuk lehetőleg egyenletes legyen egy-egy kontinens területén. Szempontjainknak megfelelően 116 állomás 1890–1970 közötti évi csapadékösszegeit gyűjtöttük össze és dolgoztuk fel. Sajnos, eléggé nagy területek kimaradtak az elemzésből, mivel onnan nincs megfelelő hosszúságú adatsor. Főleg Európa, Ázsia és Észak-Amerika északi részeiről és Óceániáról nem sikerült használható adatokat összegyűjtenünk, viszont Európában jóval sűrűbb az állomáshálózat, mint másokon. Az állomáshálózat képét az 1/a és 1/b ábrán mutatjuk be.

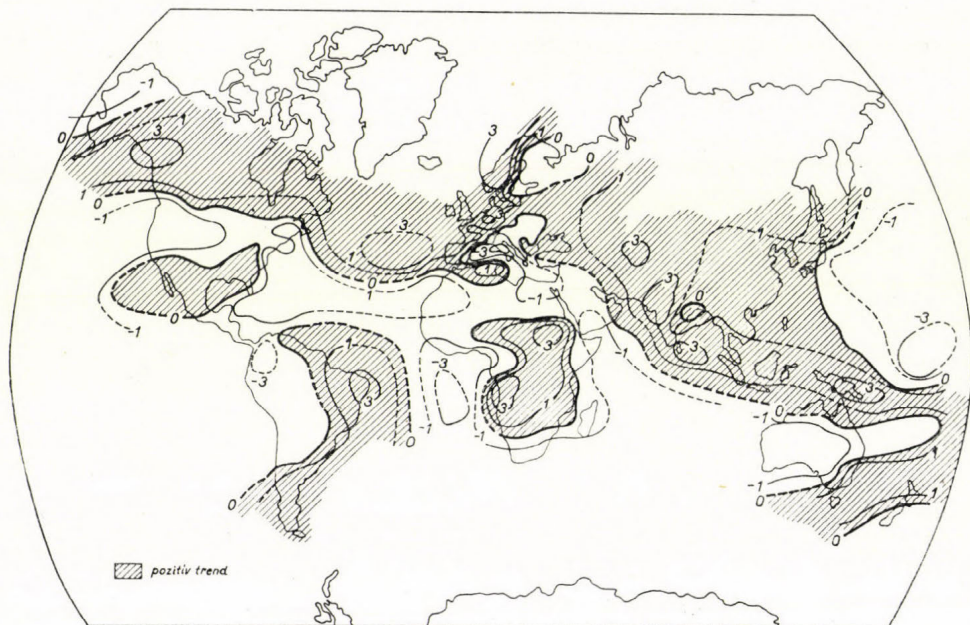


1. ábra: Állomáshálózat a) Európán kívül, b) Európa területén

Összegyűjtésük után az adatsorokat – vizsgálatunk első lépéseként – lineáris trendszámításnak vetettük alá, azaz a legkisebb négyzetek módszerével meghatároztuk az

$$y = ax + b$$

lineáris trendfüggvény paramétereit, ahol x együtthatója mutatja a trend-egyenes meredekségét, tehát utal a csapadékváltozás intenzitására, illetve előjele a változás irányára.



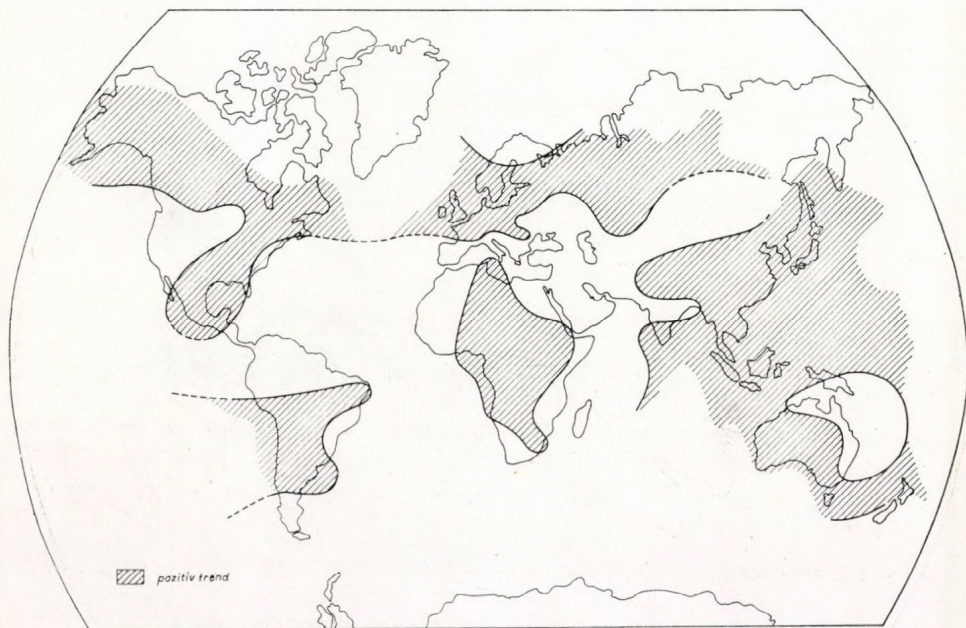
2. ábra: Évi csapadékösszegek trendje ezrelékben 1890 – 1970

Tekintettel az alapadatok hatalmas mennyiségére a számítás a JATE Kibernetikai Laboratóriumának R – 40 számítógépével történt.

A trendértékek meghatározása után a realisabb értékelés érdekében a kapott mutatókat kifejeztük a hozzájuk tartozó csapadéksorok átlagának ezrelékében. Így kiküszöböltük, hogy valamely magas trendérték irreálisan nagy változást jelezen azért, mert az évi csapadékösszegek is magasak, miután ismeretes, hogy a csapadék átlagos évi összegével általában párhuzamosan növekszik a változékonyság mértéke (Péczeley 1973), másrészt kicsiny trendérték is jelenthet viszonylag jelentős változást, ha a csapadék mennyisége kevés.

A csapadékátlagok arányában kifejezett trendértékeket aztán térképeztük annak érdekében, hogy képet kapjunk területi eloszlásukról, s hogy meghatározzuk a pozitív, illetve negatív trenddel jellemzett területek megoszlását. A különböző előjelű változással jellemzett régiók elválasztása után megrajzoltuk az 1 és 3, illetve –1 és –3 ezrelékes csapadékváltozás görbéit (2. ábra). Azokon a területeken, ahol az említett hiányok miatt nem volt adatunk, csak feltételesen húztuk meg ezeket a görbéket, szaggatott vonallal jelöltük a valószínűleg hasonló tényleges helyzetet.

Az így kapott „trendtérkép” arról tájékoztatott bennünket, hogy a pozitív trendű állomások száma a több, a pozitív trendű terület a nagyobb. Ez a különbség ugyan nem nagy, 52 esetben adódott negatív, 64 esetben pozitív trend. Ez a 64 állomás Európa északi részén, Észak-Amerika északi és déli vidékein, Ázsia területének döntő többségében, a Dél-Amerikai kontinens keleti felében, Afrika déli kétharmadában és Ausztrália délkeleti partvidékén végighúzódva jelölte ki a csapadéknövekedés övezeteit. Ezen az egységesnek tűnő területen belül foltszerűen helyezkednek el azok a vidékek, ahol viszonylag



3. ábra: Pozitív, illetve negatív csapadéktrendek területi elhelyezkedése 1890 – 1930

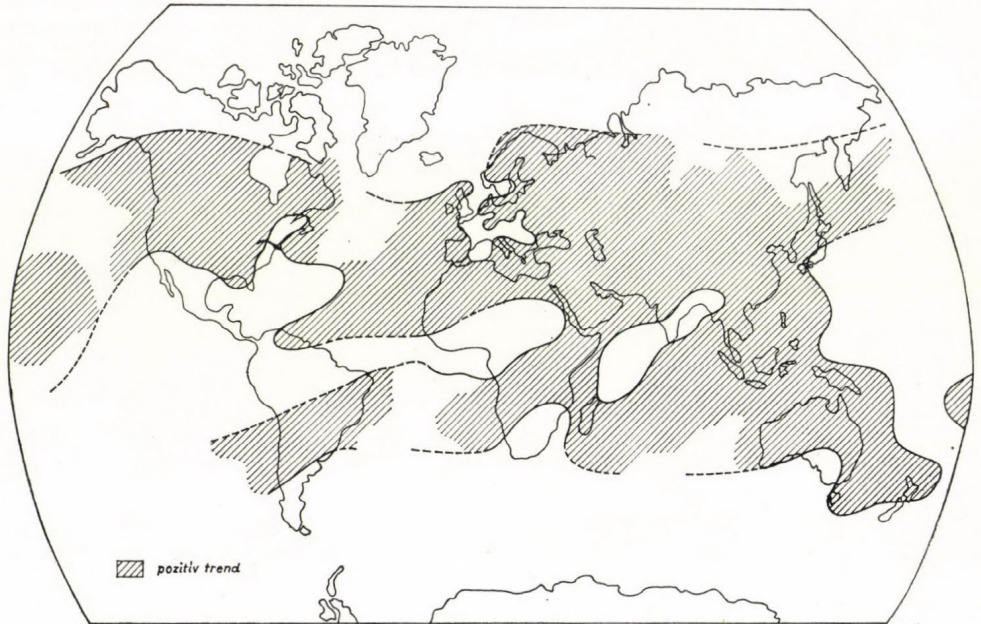
nagyobb arányú változás állapítható meg. A negatív trendű területrészekre hasonló megállapítás tehető. Az Európára kapott eredményeink megegyeznek *Koflanovits E.* eredményeivel, hozzá hasonlóan arra a következtetésre jutottunk, hogy Európa északi felében enyhe csapadéknövekedés, déli, délkeleti felében enyhe csökkenés tapasztalható.

Kiszámítottuk az összes állomás trendértékeinek átlagából adódó „világ-átlagot” is. Értéke az 1890 – 1970 időintervallumra 0,44 mm/év (ez a Föld átlagos 1000 mm/év csapadékának tekintve 0,44 ezrelék), ami szintén azt igazolja, hogy pozitív irányú csapadékváltozás, azaz csapadéknövekedés határozható meg a teljes 81 évre vonatkozólag, bár ez a növekedés gyakorlatilag elhanyagolhatóan kicsiny. Az egyes állomásokat külön-külön megnézve is azt tapasztaltuk, hogy igen kicsi a változás mértéke, hisz 10,2 ezreléknél nagyobb növekedés és – 5,8 ezreléknél nagyobb csökkenés sehol sem volt fellelhető.

Analízisünk második részeként, miután megvizsgáltuk a teljes 1890 – 1970 közötti időszak trendértékeinek területi változásait, azt is elemeztük, hogy időben hogyan változnak az egyes trendértékek nagyság és előjel szempontjából. Két részre bontva a teljes idősort megvizsgáltuk, tapasztalható-e növeke-

dés (vagy csökkenés) a második 40 év trendértékeiben az első 40 év értékeihez képest. Ha ugyanis kimutatható lenne kifejezett növekedés vagy csökkenés, akkor ez azt jelentené, hogy az 1930–1970 közötti időszak csapadékának alakulását befolyásolja a nagyipar világméretű elterjedése, az iparosodottság mértékének növekedése, s ezzel párhuzamosan, ennek hatásaként a fokozott környezetszennyezés.

Ennek érdekében kiszámítottuk az 1890–1930 és 1930–1970 közé eső első, illetve második időszak trendértékeit, s hasonlóan, mint az 1890–1970



4. ábra: Pozitív, illetve negatív csapadéktrendek területi elhelyezkedése 1930–1970

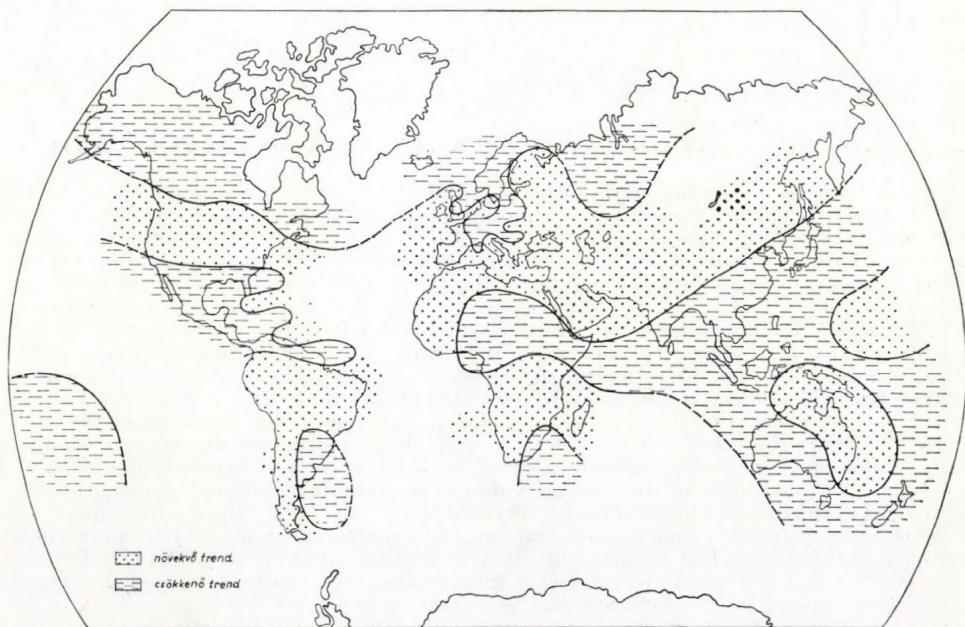
közötti időszak esetében, ezeket az adatokat is kifejeztük az átlag ezrelékében s térképre vittük. A 3. ábrán az 1890–1930 közötti időszak eltérő előjelű trendértékeinek területi megoszlását, a 4. ábrán pedig az 1930–1970 közötti időszakét mutatjuk be. Meghatároztuk a két 40 éves időszakra vonatkozó „világ-átlagokat” és a legnagyobb abszolútértékű mutatókat is. Azt is megszámláltuk, hány esetben volt negatív, illetve pozitív a trend előjele. Az eredményeket az I. táblázatba foglaltuk.

A második intervallum trendadatai között több a pozitív előjelű, s az ún.

I. TÁBLÁZAT
A csapadéktrendek jellemzői

Időszak	Állomások száma		Világátlag [%]	legnagyobb [%]	
	–trend	+trend		növekedés	csökkenés
1890–1930	53	63	0,02	22,3	–13,9
1930–1970	48	68	0,10	17,0	–10,4
1890–1970	52	64	0,44	10,2	–5,8

világátlag is nagyobb. Ez azt bizonyítaná, hogy nagyon minimális értékkel ugyan, de nőtt a csapadék mennyisége a második időszakban az előzőhöz viszonyítva. Nem ennyire meggyőző azonban az eredmény, ha részletesebben, állomásonként hasonlítjuk össze a trendértékeket. Előjelek szempontjából elemezve a változást azt kapjuk, hogy 54 alkalommal megegyező a trend előjele a két időszakban (20 esetben negatív volt és negatív maradt, 34 esetben pozitív volt és az is maradt), 62 esetben pedig megváltozott (34 állomáson negatívból pozitív, 28-nál pozitívból negatív lett) a trend előjele. Kevés tehát



5. ábra: Az évi csapadékösszegek trendjének növekedésével, illetve csökkenésével jellemzett területek

azoknak az állomásoknak a száma, ahol az előjel pozitívvá vált (29,3%), s alig több, mint azoknak az eseteknek a száma (24,1%), ahol viszont negatívvá változott az előjel. Az előjelváltás négyféle lehetséges fajtája nem mutat nagy szórást, közel azonos a számuk. Területi megoszlásuk rapszódikus.

Összehasonlítottuk a két időszak trendértékeit aszerint is, hogy a nagyságot nézve milyen különbség van az adatpárok között, azaz nagyobb lett-e a trend értéke vagy kisebb. Az értéknövekedést +, a csökkenést – előjellel jelölve térképre rajzoltuk a trendnövekedés, illetve csökkenés területeit. (5. ábra.) Az állapítható meg, hogy 62 esetben nőtt, 54 esetben csökkent a második 40 év trendértéke az első 40 év értékeihez képest. A legnagyobb növekedés 1,91 ezrelék, a legnagyobb csökkenés –2,11 ezrelék volt. A trendérték növekedésének, illetve csökkenésének területei földrajzilag jól elkülöníthetők. Észak-Amerika északi részén, Közép-Amerikában, Európa középső területein, valamint Afrika kontinensének középső vidékétől kezdődően Élő- és Hátsó-Indián végighúzódva Ausztrália nyugati feléig elnyúlva találjuk a trendsökkenés területeit, másutt a növekedés jellemző.

Vizsgálataink eredményeit összefoglalva az állapítható meg, hogy mind a

teljes 1890–1970 közötti időintervallumra, mindpedig az ennek felbontásából adódó két féldőre nézve Földünk egészére enyhe csapadéknövekedés mutatható ki. Ez a növekedés azonban annyira kicsiny, hogy gyakorlati szempontból elhanyagolható. Nem állapíthatjuk, hogy a fokozódó környezetszennyezést okozó emberi tevékenység lényegesen befolyásolta volna a csapadék mennyiségének alakulását, s végkövetkeztetéseink lényege az, hogy Földünk csapadék-rendszere – épp úgy, mint Európáé – az *elmúlt 8 évtized során változatlanak tekinthető*.

IRODALOM

- A. Koflanovits E. (1977): A csapadékmennyiség változékonyságának elemzése Közép-Európában Az OMSZ kisebb kiadványai 42. sz.
Pécze Gy. (1973): A csapadék évi összegeinek változékonysága a Földön. Időjárás 1973. 1.

*

TREND-LIKE VARIATION OF PRECIPITATION AMOUNT ON THE EARTH

To variations occurring within the physical system of the atmosphere, it is the meteorological element precipitation which exhibits the highest sensitivity. The aim of this paper consists in elucidating, by the use of precipitation series extending to several decades, whether there exist, on the various regions of the Earth, some kind of systematic change, or else the precipitation regime of the various regions should be considered as a constant case.

We selected 116 precipitation stations which are possessing series of observations of sufficient length and are covering rather uniformly the areas of the various continents (*Fig. 1-a and 1-b*), and investigated the series of precipitation amounts in the period 1890 to 1970. The data series were subjected to linear trend calculation, that is, we determined, by the method of the least squares, the parameters of the linear trend function $y = ax + b$, where the coefficient of x is indicating the intensity and the sign of changes in precipitation. For assuring a more realistic evaluation, the coefficients obtained were expressed in thousandths of the average value of the corresponding precipitation series. By the aid of the indices obtained in this way, we plotted on a chart the distribution of the areas possessing positive and negative trends, and, within these areas, the curves of a precipitation change of 1 and 3, respectively of -1 and -3 thousandths. We found, that the areas with a positive trend are somewhat greater (Northern Europe, the northern and southern regions of North America, the large part of Asia, the southern two-thirds of Africa, and the south-eastern shore of Australia), and the number of stations possessing a positive trend is somewhat higher, the difference being, however, not a large one (*Table I*). The "world average" obtained from the trend values of all the stations is equal to 0.44 per mille, that is, a very slight increase in precipitation appears for the Earth as a whole during the 80 years under investigation.

In the second part of this analysis the variation in time of the trend values has been investigated. The total time series has been splitted into two subperiods 1890–1930 and 1930–1970. We determined the trend values expressed in proportion of the precipitation averages and plotted these values on a chart, drawing the areas characterized by positive and negative trends (*Fig. 3, 4*). The more important parameters which characterize the trend values of the two periods are found in Table I. Comparing from station to station the signs of the trend values of the two periods 1890–1930 and 1930–1970, it is experienced, that the four possible kinds of sign change are exhibiting no large scattering, they are nearly equal in number, and their distribution in space is a rapsodic one. Comparing the trend values for the two periods according to their amounts, we delimited the areas of increase and decrease in the values (*Fig. 5*). In the northern parts of North America, in Central America, in the central regions of Europe, and beginning in the middle regions of Africa and continuing over East India and South-East India to the western half of Australia, there are encountered areas with decreasing trend, and elsewhere the areas characterized by an increase in trend.

In summary it can be stated, that both for the whole period 1890–1970, as well as for the subperiods 1890–1930 and 1930–1970, on the whole of the Earth, a small increase in precipitation took place. This increase, however, is so slight that, from a practical point of view, it can be neglected and the precipitation regime of the Earth can be considered, during the past eight decades, as unchanged.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 3. szám. 1978. május – június
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 3 May – June 1978, Budapest

A turbulens szóródás mértéke hosszúsorozatú terepmérés adatai alapján

NÁRAI KATALIN, Központi Meteorológiai Intézet, Budapest

Determination of the Degree of Turbulent Scatter Based on Data from Long-series Fields Measurements. In this paper for the case of a point source at an altitude of 100 metres, we determined the value of the scatter coefficient σ_z by using, in the vicinity of the source (up to 300 metres of distance) photographs and, at a greater distance (up to 10 kilometres) by using the results of concentration measurements at ground-level. The investigation is based on the results of meteorological measurements and atmospheric chemistry data obtained in the area of the city of Pécs during the period 1st December 1973 to 30th November 1974. It was found that in the near vicinity of the source, the degree of turbulent scatter is a low one and it is only in a small measure depending on the stability conditions of the atmosphere. The scatter of material emanating from the point source of an altitude of 100 metres can be satisfactorily described by using the generally accepted set of curves of *Pasquill* and *Gifford* and by the temperature gradient prevailing in the lowest 400 metres layer of the atmosphere.

*

Величина турбулентной диффузии по длинному ряду данных полевых измерений. Коэффициент вертикальной турбулентной диффузии b_z для точечного источника высотой 100 м, анализируется по фотоснимкам для ближней окрестности источника (на расстояниях ≤ 300 м) и по данным наземных измерений концентрации — для дальней окрестности (на расстояниях > 10 км). В основу исследований входят данные метеорологических и химических измерений, проведенных в районе города Печ с 1 декабря 1973 г. по 30 ноября 1974 г. Автор делает вывод о том, что вблизи источника величина турбулентной диффузии небольшая и только в значительной мере зависит от условий устойчивости атмосферы. Диффузия примесей, выбрасываемых точечным источником высотой 100 м, хорошо приближается общепринятым семейством кривых Пасквила—Гиффорда и температурным градиентом нижнего слоя воздуха толщины 400 м.

*

A légkörbe került nyomanyagok hígulásának a transzmissziós modellekben való kvantitatív figyelembevételére a turbulens szóródás együtthatója szolgál. A hígulási viszonyok ily módon való figyelembevétele azon a korábban számos kutató által igazolt feltevésen alapszik, amely szerint a füstfáklyában a szennyező anyag koncentrációja a szélre merőleges horizontális és vertikális irányokban *Gauss-féle* binormális eloszlás szerint változik. Ezért a füstfáklya szélre merőleges horizontális és vertikális kiterjedése a normál eloszlás σ_y és σ_z szórás értékei segítségével határozható meg.

1. A légköri stabilitás mértéke

A különböző méretű szennyezési folyamatok és forrástípusok esetén a σ_y és σ_z paramétereknek olyan vastagságú légréteg tér- és időbeli változását

kell jellemezniök, amelyben a szóródás végbemegy. A szóródási koefficiens és a diffúzióklimatológiai adatok között kvantitatív összefüggést a stabilitási kategóriát képezik

Mivel a transzmissziós modellek érzékenyek a szóródási együttható – különösen a turbulens szóródás vertikális komponensének – változására, amely viszont a stabilitási feltételektől függ, ezért fontos feladat a légköri stabilitás mértékének minél pontosabb meghatározása.

1.1 Stabilitás meghatározási módszerek. A légköri stabilitás mértékének meghatározására számos módszer ismert, ezek közül a leginkább használatos módszereket az alábbiakban adjuk meg.

– Szélingadozási módszer: meghatározás a szélirány füstfáklya magasságában mért horizontális vagy vertikális fluktuációja alapján (International Atomic Energy Agency 1977).

– Szinoptikus módszer: meghatározás a talajközeli szél sebessége, a beeső napsugárzás, a felhőtakaró, esetleg a látástávolság és a talajállapot alapján (Pasquill 1961, Uhlig 1965, Manier 1975).

A légköri stabilitás mértékének meghatározására széles körben alkalmazzák Pasquill módszerét. A stabilitási kategóriákat a talajközeli szélesebesség, nappal a besugárzás erőssége, éjjel a borultság foka szerint állapította meg (I. táblázat).

I. TÁBLÁZAT
Pasquill [1961] stabilitási kategóriái

Talajközeli szél sebessége [m/s]	Nappal			Éjjel	
	beeső napsugárzás			gyengén borult vagy $\geq 4/8$ alacsony felhő	felhő $\leq 3/8$
	erős	mérsékelt	gyenge		
<2	A	A–B	B		
2–3	A–B	B	C	E	F
3–5	B	B–C	C	D	E
5–6	C	C–D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

– Hőmérsékleti gradiens módszer: meghatározás azon vastagságú légréteg hőmérsékleti rétegződése alapján, amelyben a füstfáklya szóródik (Szepesi, Popovics és mások 1977).

A gyakorlati alkalmazás szempontjából Szepesi a légkörben előforduló átlagos hőmérsékleti gradiens értékeket hét kategóriába sorolta (II. táblázat).

A hőmérséklet magassággal való változása radioszondával mért adatokból,

II. TÁBLÁZAT
A vertikális hőmérsékleti gradiens kategóriái (Szepesi, 1967)

Elnevezés		Stabilitási kategória	Átlagos hőmérsékleti gradiens, $\Delta T/\Delta z$ [C°/100 m]
Stabilis:	erős inverzió	1	< –1,50
	inverzió	2	–1,50 – –1,01
	gyenge inverzió	3	–1,00 – –0,51
Gyengén stabilis:	negatív izoterm	4	–0,50 – –0,01
	pozitív izoterm	5	0,00 – 0,50
	normális	6	0,51 – 1,00
Labilis		7	>1,00

vagy megfelelő magasságú meteorológiai tornyon végzett mérésekből határozható meg. Az ilyen típusú méréseket a domborzat befolyása alatt álló területen legjobban a közeli, néhány száz méter magas hegyen végzett vizsgálatok eredményei helyettesíthetik. Ezek az ún. orografikus mérések adatai azonban bizonyos mértékben a talajfelszín hatását is tükrözik, különösen gyenge áramlási helyzetekben. A Mecsek hegység oldalában, négy különböző magasságban (125 m, 360 m, 534 m és 616 m) regisztrált léghőmérséklet adatok analízise alapján megállapítást nyert, hogy a közelben levő 100 m magas pontforrás diszperziós viszonyainak reprezentálása szempontjából az orografikus gradiensek közül a 409 m vastag légréteg hőmérsékleti gradiensei a legmegfelelőbbek (Szepesi, Popovics és mások, 1977).

– Richardson szám módszer: meghatározás azon vastagságú légréteg vertikális hőmérséklet és szélesség gradiense (esetleg a talajszél sebessége vagy a rétegre jellemző szélesség) alapján amelyben a füstfáklya szóródik (International Atomic Energy Agency 1977).

Több olyan módszer ismeretes, amely a fentieket kombinálja.

1. 2 Stabilitási kategóriák összevetése A Pasquill-féle stabilitási kategóriák és a hőmérsékleti rétegződés összevetését 1970–1974 évekre, Budapest (Pestlőrinc) területére végeztük el. A napi négy radioszondás felszállás időpontjában – 00, 06, 12 és 18 GMT-kor – a felszállásokból meghatároztuk az alsó 300m-es légréteg átlagos vertikális hőmérsékleti gradiensét. Ugyanazon időpontokban a helyi mérések és észlelések adataiból megállapítottuk a Pasquill-féle stabilitási kategóriákat.

A vizsgált öt évben a Pasquill kategóriák közül leggyakrabban a D kategória fordult elő; az A kategória nagyon ritka volt. A hőmérsékleti gradiens legnagyobb gyakorisággal $0,51-1,00\text{C}^\circ/100\text{ m}$ értékközbe (Szepesi 6-os stabilitási kategóriája) esett, míg $-1,50\text{C}^\circ/100\text{ m}$ -nél kisebb gradiens érték (1-es kategória) legritkábban alakult ki.

A III. táblázat – az öt év feldolgozása alapján – a Pasquill stabilitási kategóriáknak megfelelően átlagos vertikális hőmérsékleti gradiens értékeit, illetve az ehhez tartozó stabilitási kategóriákat mutatja.

A fentiekhez hasonló eredmény adódott a Mecsek hegységben a 409 m vastag légréteg hőmérsékleti gradiensének és a helyi mérések alapján egyidejűleg meghatározott Pasquill kategóriák egy évi adatainak (1973. december 1 – 1974. november 30) összevetésekor is.

1971-ben Budapest területén a különböző vastagságú légrétegek (300 m, 600 m és 1500 m) átlagos vertikális hőmérsékleti gradiens értékeit vetettük össze a Pasquill stabilitási kategóriákkal. A vizsgálatból kitűnt, hogy a Pasquill stabilitási osztályozás és az alsó légréteg hőmérsékleti rétegződése között

III. TÁBLÁZAT

Különböző stabilitási kategóriák összevetése (Budapest, 1970–1974)

Pasquill kategória	Labilis			normális D	Stabilis					
	erősen A	mérsékelt B	gyengén C		gyengén E		mérsékelt F			
$\Delta T/\Delta z$ [C°/100 m]	2,0	1,5		1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-4,0
Szepesi kategória	7			6	5	4	3	2	1	

a kapcsolat annál kisebb, minél vastagabb légréteget tekintünk (a korrelációs együttható értéke: 300 m-es réteggel való összehasonlításnál 0,62, 600 m-es réteg esetén 0,50, míg 1500 m vastag rétegnél csak 0,35).

A különböző típusú és magasságú források füstfáklyája eltérő vastagságú légrétegben terjed. Míg a területi források füstje alsó néhány tíz, esetleg száz méter vastagságú rétegben szóródik, addig magas forrás esetén több száz méter vastagságú légrétegben. A *Pasquill*-féle kategóriák elsősorban az alsó 100–200 m-es légréteg stabilitási viszonyait jellemzik reprezentatívan, tehát főként alacsonyabb források (≤ 100 m) esetén alkalmazhatók. Minél magasabb forrás szennyező hatását vizsgáljuk, a *Pasquill*-féle osztályozás annál kevésbé alkalmas azon légréteg tényleges stabilitási viszonyainak jellemzésére, amelyben a füstfáklya szóródik.

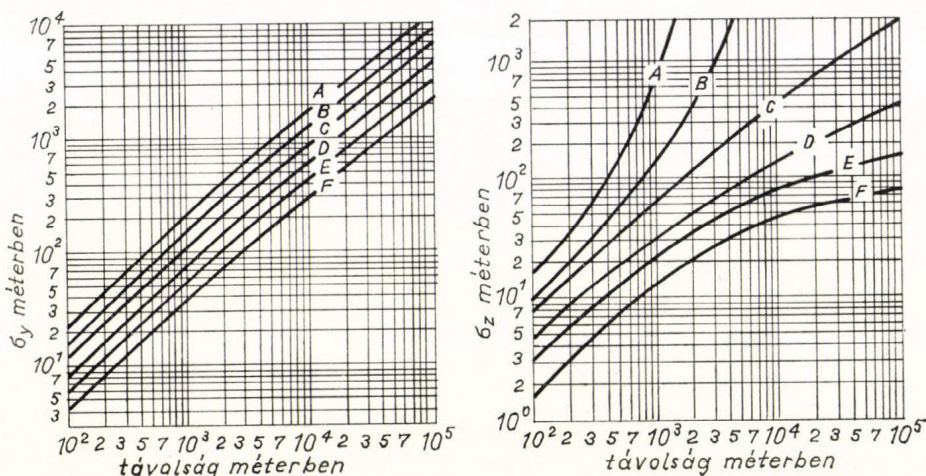
2. A vertikális turbulens szóródási együttható vizsgálata

A turbulens szóródás szélirányra merőleges σ_y horizontális és σ_z vertikális együtthatója a füstfáklya vertikális és a fáklya terjedési irányára merőleges horizontális irányban való fényképéből és a füstfáklyában a szélre merőleges horizontális és vertikális irányban történő koncentráció mérés adataiból állapítható meg (*Slade* 1968). A füstfáklyában a koncentráció mérést repülőgéppel, helikopterrel vagy magas meteorológiai tornyon végzik; vagy amennyiben a füstfáklya forrástól nem nagy távolságban eléri a talajt, a talajon elhelyezett mintavevő hálózat segítségével.

Jelen dolgozat a vertikális turbulens szóródás mértékét a forrás közeli környezetében fénykép felvételek, míg távolabbi környezetben a talajon végzett koncentráció mérések adatai alapján vizsgálja.

A turbulens szóródás szélirányra merőleges σ_y horizontális és σ_z vertikális együtthatóit – elsősorban *Pasquill* diffúziós kísérletei alapján – *Gifford* 1961-ben *Pasquill* stabilitási kategóriája és a forrástól való távolság függvényében grafikusán adta meg (1. ábra).

2.1 A vizsgálat alapját képező mérések. 1973. december 1 – 1974. november 30 közötti időszakban Pécsen a meteorológiai méréseket a Központi Léggör-



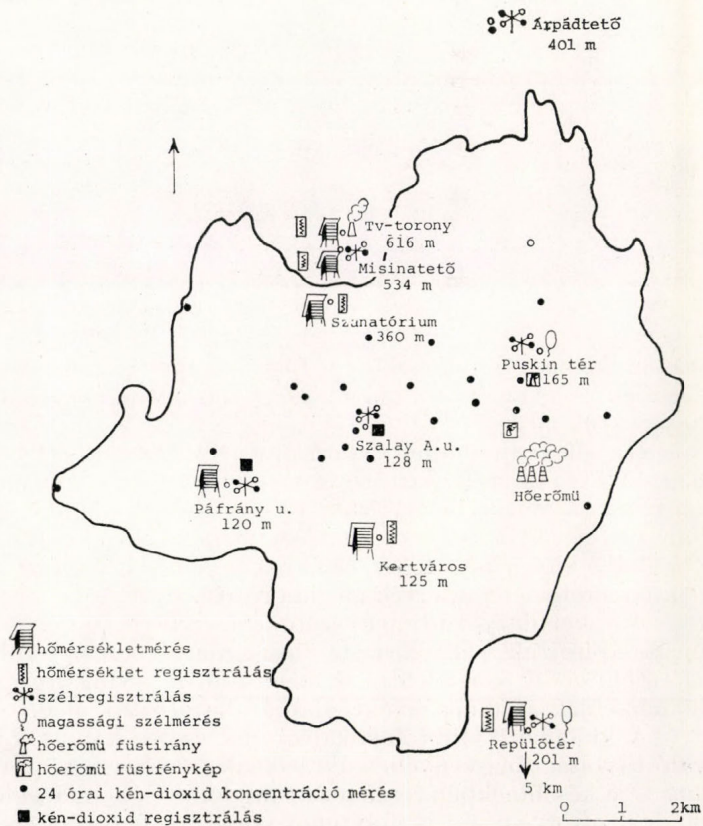
1. ábra: σ_y és σ_z görbeserege (Gifford 1961)

fizikai Intézet Levegőkörnyezet kutató főosztálya és a levegőkémiai méréseket a Baranya megyei KÖJÁL hajtotta végre. A mérőhálózatot a 2. ábrán mutatjuk be.

A léghőmérséklet mérése naponta háromszor hat állomáson történt; ezekből öt állomáson a hőmérsékletet regisztráltattuk is. A mérőhelyek különböző tengerszintfeletti magasságokban helyezkedtek el. A talajközeli szélirány és szélsébség regisztráltatást hat állomáson, magassági szélmerést naponta háromszor, illetve négyszer két állomáson végeztünk. A Misina-tetőn levő TV-toronyból naponta négyszer észleltük a hőerőmű füstfáklyájának terjedési irányát. A fent leírt mérési program részletes leírását, valamint a városi légszennyeződés szimulálásánál felhasználásra kerülő diffúzióklimatológiai paraméterek meghatározását és értékelését *Szepesi, Popovics, Nárai, Iványi és Mersich (1977)* cikke tartalmazza.

A Pécsi Hőerőmű kéményeinek füstfáklyáját a kéményekhez közeli távolságban levő két pontból négy illetve hat hónapon keresztül naponta háromszor – 7, 13 és 17 óraker – fényképeztük. A fényképekből a látható füstfáklya alakját és vertikális kiterjedését határoztuk meg.

A 24 órás kén-dioxid koncentráció mérés 27 állomáson volt, amelyek közül 19 állomás rendelkezik 1973. december 1 – 1974. november 30 közötti időszakban teljes egy évi mérési sorral. Két állomáson nyolc illetve tíz hónapon keresztül kén-dioxid regisztrálás is történt.

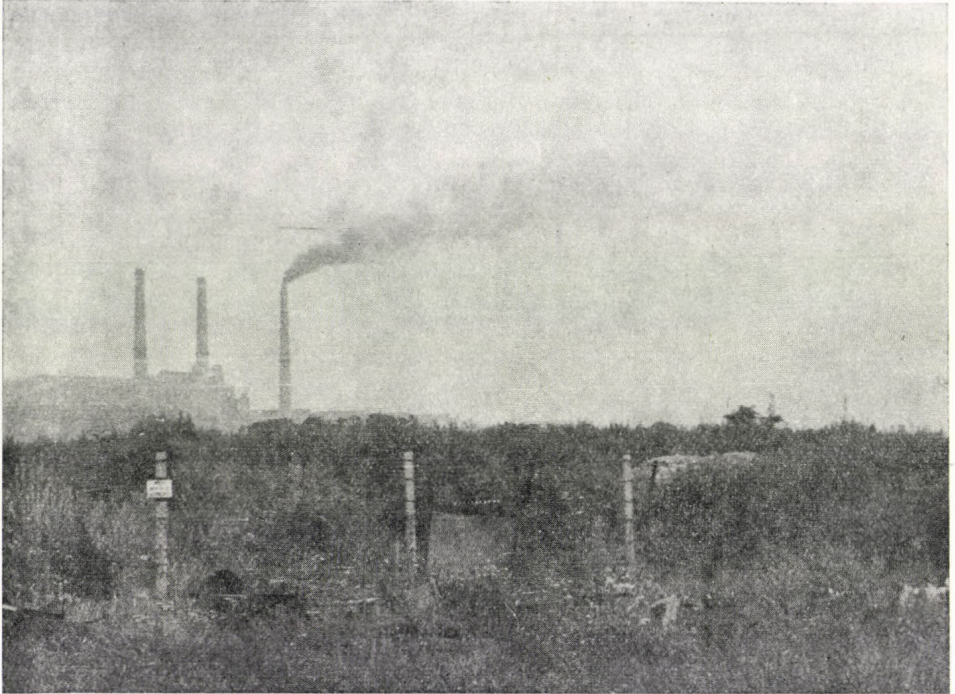


2. ábra: Meteorológiai és levegőkémiai mérőhálózat Pécsen 1973. december 1 – 1974. november 30 között

2.2 A vertikális turbulens szóródási együttható a forrás közeli környezetében.

A vertikális turbulens szóródás mértékét a forrás közeli környezetében a Pécsi Hőerőmű 100 m magas kéményeinek füstjéről készített fényképfelvételek (3. ábra) alapján vizsgáltuk.

A fényképek egy része nem volt kiértékelhető, mert a füst rögtön a kibocsátást követően láthatatlanná vált, vagy csaknem egyenesen emelkedett.



3. ábra: A Pécsi Hőerőmű kéményeinek füstje

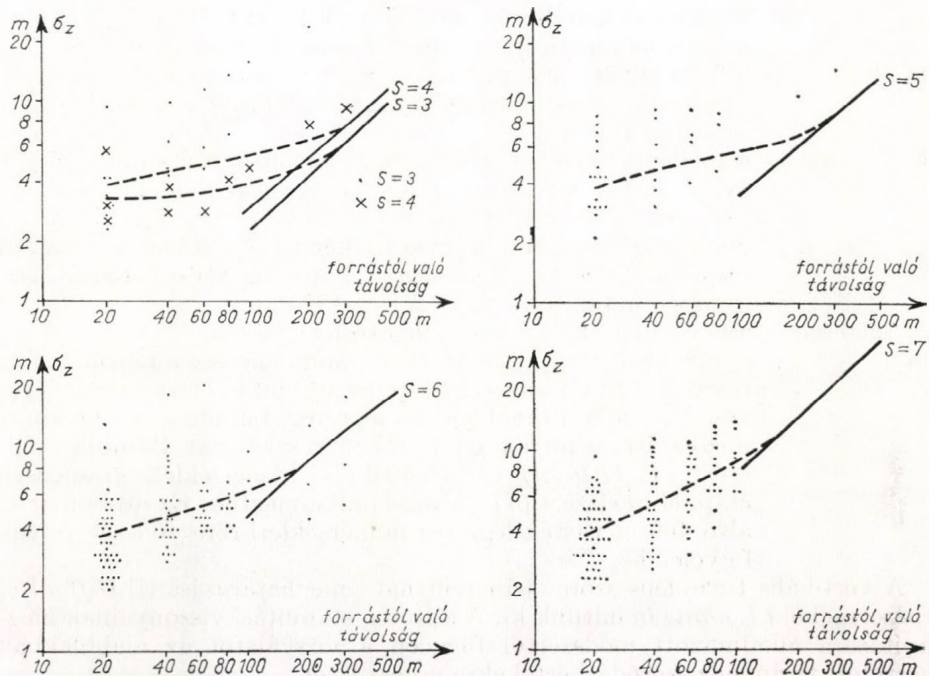
Az értékelhető fényképekből a füst vertikális kiterjedését – a láthatóságtól függően – a kéménytől különböző távolságban, maximálisan 300 m távolságig határoztuk meg.

Ha elfogadjuk több kutató által (pl. *Pasquill*, *Gifford*) tett feltételezést, hogy a füstfáklya látható része megfelel annak a kontúrnak, amelyen a koncentráció a tengelymenti érték 10 százaléka; valamint hogy vertikális irányban a szennyezőanyag koncentrációja normális eloszlást mutat, akkor a füst vertikális kiterjedése $4,28\sigma_z$ értékkel egyenlő. Így a füst vertikális kiterjedésének ismeretében a σ_z érték meghatározható.

A σ_z vertikális turbulens szóródási együttható vizsgálatának időpontjában megállapítottuk a légköri stabilitás mértékét. A stabilitási kategóriákat a II. táblázatnak megfelelően az alsó 409 m vastag légréteg átlagos vertikális hőmérsékleti gradiens értékei alapján határoztuk meg.

A különböző stabilitási kategóriák esetén kapott σ_z értékeket a forrástól való távolság függvényében ábrázoltuk (4. ábra). Az ábrára felvittük *Gifford-nak* – a későbbiekben részletezett módon – a hőmérsékleti rétegződés alapján módosított σ_z görbéit is (folytonos vonal). A fényképezés időpontjában az 1-es

és a 2-es stabilitási kategória nem fordult elő, ezért az ábrán nem szerepel. Látható, hogy adott távolságban a σ_z értékek erősen szóródnak. A Gifford módosított görbe figyelembe vételével a mért értékek alapján a σ_z görbét kiterjesztettük 100 m-nél kisebb távolságra (szaggatott görbe). A különböző légrétegződésnél kapott σ_z értékek összevetése mutatja, hogy a forrás közelében a turbulens szóródás mértéke csak kis mértékben változik.



4. ábra: A különböző stabilitásnál mért σ_z értékek a távolság függvényében

2.3 A vertikális turbulens szóródási együttható a forrás távolabbi környezetében. A magas forrás szóródási viszonyait a forrás távolabbi környezetében (10 km-nél kisebb távolságban) egy éven keresztül végzett terepmérések adatai alapján vizsgáltuk.

A vizsgálat Pécs város területén, a város dél-keleti részén levő hőerőmű 100 m magas kéményeire történt. A Pécsi Hőerőmű kéményeinek kén-dioxid emissziója következtében a város területén okozott kén-dioxid szennyezést különböző vertikális turbulens szóródási értékek esetén határoztuk meg. A hőerőmű szennyezését a város területi forrásaiból eredő kén-dioxid szennyezéshez hozzáadva, a számított értékeket a mérttel vetettük össze.

A Pécsi Hőerőmű által okozott 24 órás átlagos kén-dioxid koncentrációt a két óránként számított részeredmények átlagából nyertük:

$$\bar{I}_i^{24ó} = \frac{1}{12} \sum_{t=2}^{24} \cdot \bar{I}_{it}$$

i – a számítási pont sorszámát jelenti. A számítást 158 pontra végeztük el.

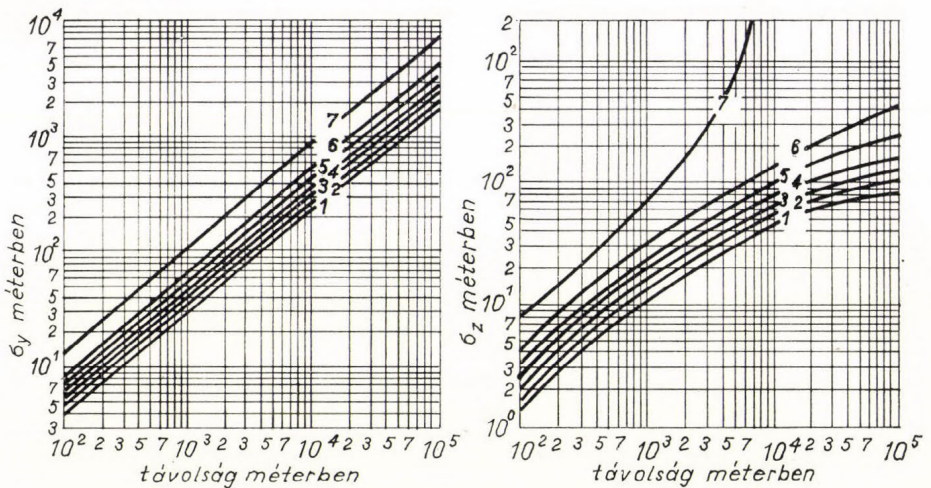
A vizsgált magas pontforrás két órai átlagkoncentrációjának meghatározására a turbulens diffúzió általánosított egyenlete szolgált:

$$\bar{I}_i = \frac{2,032 E}{u \sigma_z x} \exp\left(-\frac{H^2}{2 \sigma_z^2}\right) \exp\left(-\frac{0,693 x}{t_{1/2} u}\right),$$

ahol

- \bar{I}_i [mg/m³] – *i*-edik pontban a két órai átlagkoncentráció,
- E [mg/s] – a hőerőmű kén-dioxid emissziója; a Pécsi Hőerőműből kapott adatokból állapítottuk meg (Szepesi, Kisberk 1976),
- u [m/s] – a füstfáklyára jellemző szélességség; a talajközeli és a magassági szélmerések adataiból határoztuk meg (Szepesi, Popovics és mások 1977),
- x [m] – a forrástól való távolság; 500 m-enként a széliránytól függő távolságig – maximálisan 8500 m-ig – vettük,
- H [m] – az effektív kéménymagasság, amely a tényleges kéménymagasság és az ún. kiegészítő kéménymagasság összege. A kiegészítő kéménymagasságot az egyszerűsített Briggs formulával határoztuk meg (Nárai 1974).
- $t_{1/2} = 7200$ sec – a kén-dioxid kifogását jellemző felezési idő,
- σ_z [m] – a turbulens szóródás vertikális komponense, amelyet a forrástól való távolság és a légköri stabilitás mértékének függvényében állapítottuk meg. A légréteg stabilitási viszonyainak meghatározására az 1.1 pontban részletezett Pasquill módszert (I. táblázat) és a vertikális hőmérsékleti gradiensen alapuló módszert (II. táblázat) alkalmaztuk. Ez utóbbinál az alsó 409 m vastag légréteg hőmérsékleti rétegződését vettük figyelembe.

A vertikális turbulens szóródási együttható meghatározásánál Gifford σ_z görbeseregéből (I. ábra) indultunk ki. A légréteg stabilitási viszonyainak megállapítására alkalmazott módszertől függően a vizsgálatot az alábbiakban ismertetett turbulens szóródási értékekre végeztük el:



5. ábra Módosított σ_y és σ_z görbeserege

- a) Pasquill-féle stabilitási kategória és a forrástól való távolság függvényében Gifford által megadott σ_z értékek esetén (1. ábra).
- b) A hőmérsékleti rétegződés és a forrástól való távolság függvényében Gifford módosított σ_z értékei esetén (5. ábra). Az ábrán a módosított σ_y értékeket is megadtuk. A turbulens szóródás együtthatóinak a megállapítása a Pasquill-féle stabilitási kategóriáknak a hőmérsékleti gradiens értékeivel való megfeleltetésén alapult (III. táblázat).

A különbözőképpen meghatározott σ_z görbesereget 10 km-nél kisebb távolságban a következő összefüggés alapján közelítettük:

$$\sigma_z = ax^b,$$

ahol a és b a légköri stabilitás mértékétől függő tényezők a IV. táblázatban láthatók.

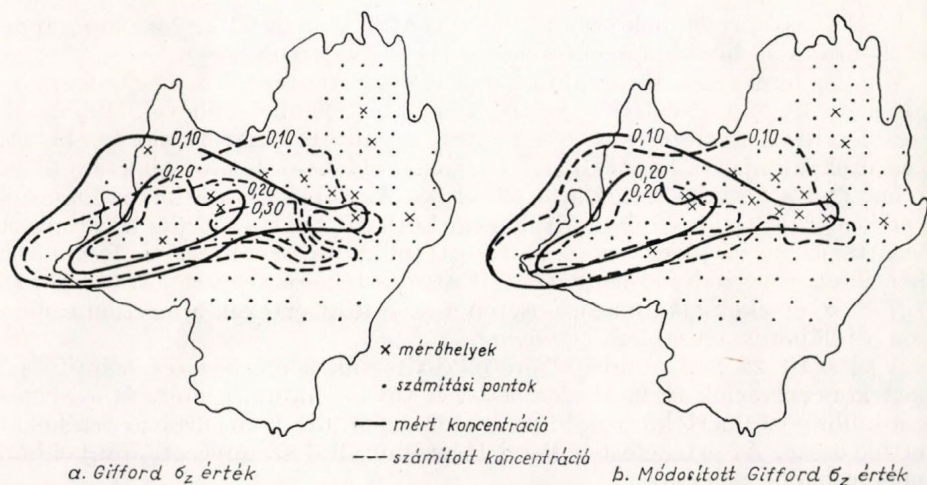
IV. TÁBLÁZAT

A vertikális turbulens szóródás tényezői a stabilitási kategória függvényében

Pasquill kategória	a	b	Szepesi kategória	a	b
A	0,000000370	3,06	1	0,243	0,565
B	0,000526	1,79	2	0,252	0,593
C	0,205	0,836	3	0,285	0,598
D	0,322	0,670	4	0,333	0,603
E	0,300	0,622	5	0,305	0,640
F	0,250	0,578	6	0,322	0,670
			7	0,00392	1,43

A vizsgálat céljából 1973. december 1–1974. november 30 közötti időszakban 22 olyan napot választottunk ki, amikor a nap folyamán számottevő csapadék nem volt, és a hőerőmű a várost kén-dioxid szennyezte.

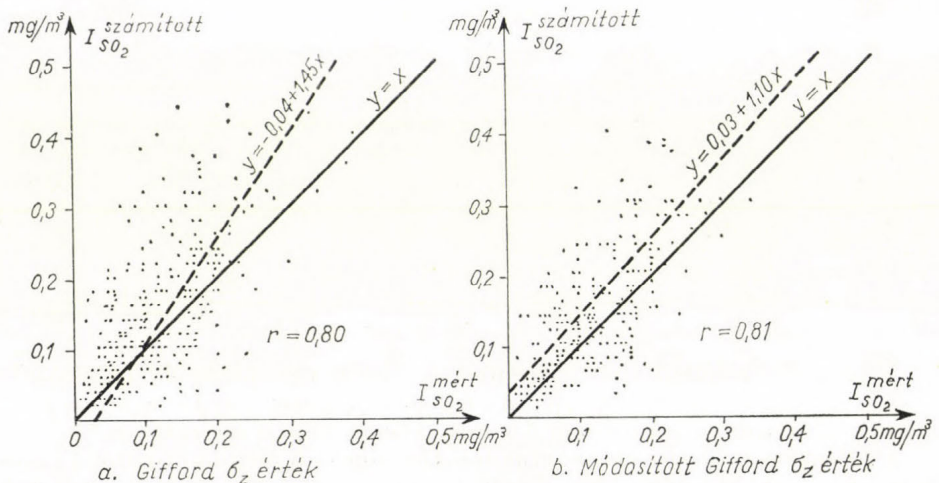
A 22 napon először a város területén 158 pontban meghatároztuk a városi területi források kén-dioxid emissziója következtében kialakuló 24 órás kén-dioxid koncentráció értéket, amelyre a Pécsi Hőerőmű szennyezése super-



6. ábra: Különböző σ_z esetén a mért és a számított kén-dioxid koncentráció összevetése Pécsen 1974. március 28-án

ponálódni fog. Az alkalmazott meteorológiai szimulációs modellt Szepesi (1978) dolgozta ki. A kidolgozott modell helyességét olyan napokon igazoltuk, amikor a hőerőmű a várost nem szennyezte. A számítás mérésrel való összevetése jó egyezést mutatott.

A Pécsi Hőerőmű által a város területén 158 pontban okozott 24 órás kén-dioxid koncentráció értékek a meghatározása a magas pontforrásra kidolgozott – fentebb leírt – meteorológiai szimulációs modell alapján történt. A vizsgálatot 22 napra, és minden napon a vertikális turbulens szóródási együttható kétféle módon megadott értékeire végeztük el. Ezután a hőerőmű számított kén-dioxid terhelését a városi területi források kén-dioxid szennyezéséhez adtuk hozzá.



7. ábra: Különböző σ_z esetén a mért és a számított kéndioxid koncentráció összevetése Pécsen

Pécs város területének számított koncentráció mezejét ugyanazon napon mért 24 órás kén-dioxid koncentráció eloszlással vetettük össze.

Minden napra két ábrát állítottunk elő a számításnál a magas forrásra alkalmazott különböző mértékű szóródásnak a figyelembe vételével. Mindegyik ábrára felvittük a mért és a 158 pontra számított koncentráció értékeket, illetve ezek alapján kihúzott izovonalakat. Példaként bemutatjuk az 1974. március 28-ára végzett vizsgálatot (6. ábra). Az ábrán csak a mérőállomások helyét és a számítási pontokat adtuk meg. Látható, hogy a mért és a számított koncentráció mező jó egyezést mutatott, mikor a számítást Giffordnak a hőmérsékleti rétegződés szerint módosított σ_z értékeire végeztük el (6b ábra). A Gifford σ_z értékek alkalmazása esetén a számított értékek a mértnél ezen a napon általában magasabbak (6a ábra).

A vizsgált 22 nap mindegyikére elkészítettük a mérésrel és számítással kapott koncentrációk területi eloszlását. A továbbiakban a mért és a magas forrás különböző mértékű szóródása esetén számított koncentráció értékeket vetettük össze. Az értékelést a Pécsi Hőerőmű által szennyezett irányokban kilométerenként végeztük.

A vizsgálat eredményét a 7. ábra szemlélteti. Az ábrán megadtuk a mért és a számított koncentráció értékeit. Ezenkívül feltüntettük a korrelációs

együttható értékét (jelölés r), a pontok alapján meghatározott regressziós egyenest, valamint az $y=x$ egyenest. Az ábrából kitűnik, hogy mindkét vertikális turbulens szóródási együttható alkalmazása esetén a mért és a számított koncentráció értékek összevetése jó egyezést mutatott (korrelációs együttható kb. 0,80); a számítás általában nagyobb értékeket adott. A számítás a mérésel a leggyakrabban előforduló koncentráció tartományban ($<0,2$ mg/m³) a Gifford σ_z érték alkalmazása esetén, míg nagyobb koncentráció értékeknél a módosított Gifford σ_z érték esetén mutatott jobb egyezést.

3. Összefoglaló következtetések

A lokális méretű szennyezési folyamat σ_z turbulens szóródási együtthatóját a különböző stabilitás meghatározási módszerek összehasonlítása, illetve egy éven keresztül végzett terepmérések adatai alapján vizsgáltuk.

Eredményeinket röviden az alábbiakban foglalhatjuk össze:

a) A Pasquill-féle stabilitási kategóriák és az alsó talajközeli légréteg átlagos vertikális hőmérsékleti gradiense között az összefüggés a légréteg vastagságának növekedésével csökken.

b) A forrás közeli környezetében (100 m-nél kisebb távolságban) a vertikális turbulens szóródás mértéke alacsony ($\sigma_z \sim 5$), és csak kis mértékben függ a légkör stabilitási viszonyaitól.

c) 100 m magas pontforrásból származó szennyező anyag szóródása 10 km-nél kisebb távolságban jól jellemezhető az általánosan használt Gifford görbeseregnek az alsó kb. 400 m vastag légréteg hőmérsékleti rétegződése alapján transzformált értékeivel (5. ábra).

IRODALOM

- Gifford, F. A. (1961): Uses of Routine Meteorological Observations for Estimating Atmospheric Dispersion. Nuclear Safety 2, 4, 47–51.
- International Atomic Energy Agency (1977): Division of Nuclear Safety and Environmental Protection. Safety Guide on Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting.
- Manier, G. (1975): Vergleich zwischen Ausbreitungsklassen und Temperaturgradienten. Meteorologische Rundschau, Nr. 28, 1–32.
- Nárai, K. (1974): Az effektív kéménymagasság meghatározása. Időjárás, 78. évf., 4. szám, 240–246.
- Pasquill, F. (1961): The Estimation of the Dispersion of Windborne Material. The Meteorological Magazine, Vol. 90, No. 1063, 33–49.
- Slade, D. H. (1968): Meteorology and Atomic Energy. U. S. Atomic Energy Commission. Division of Technical Information.
- Szepesi, D. (1967): Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. OMI Hivatalos Kiadványai, XXXII. kötet. Budapest.
- Szepesi, D. – Kisberk, I. (1976): A városi légszennyeződés meteorológiai szimulálása. 1. rész: Légszennyező anyagok városi méretű emissziókatasztere. Időjárás, 80. évf., 4. szám. 189–201.
- Szepesi, D. – Popovics, M. – Nárai, K. – Iványi, Zs. – Mersich, I. (1977): A városi légszennyeződés meteorológiai szimulálása. 2. rész: A transzmisszió szimulálásának diffúzióklimatológiai alapjai. Időjárás, 81. évf., 3. szám, 129–146.
- Uhlig, S. (1965): Bestimmung der Stabilitätsgrade der Luft an Hand von Wettermeldungen. Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes, Nr. 35, 3–12.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 3. szám. 1978. május – június
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 3 May – June 1978 Budapest

Some Ways of Improving Mathematical Modelling of Air Pollution

F. HESEK, *Geophysical Institute of SAS, Bratislava*

A légszennyeződés matematikai modellezésének továbbfejlesztése. A szerző a légszennyeződés terjedésére kidolgozott, különböző matematikai közelítéseket írja le és hasonlítja össze egymással. Bemutatja az általa kidolgozott modellt, amely véleménye szerint a Gauss-féle modellnél jobb közelítést ad a terjedésre, és különösképpen jól alkalmazható a légszennyeződés előrejelzésére.

*

Усовершенствование математического моделирования загрязнения атмосферы. Автор описывает и сравнивает между собой различные математические приближения, разработанные для определения распространения вредных примесей в атмосфере. Приводится разработанная им модель, которая, по его мнению, лучше приближает распространение примесей по сравнению с моделью Гаусса и может особенно удобно применяться для предсказания загрязнения воздуха.

*

Mathematical air pollution modeling has been playing an important part in the solution of air pollution problems in every country afflicted by this negative consequence of our civilization. Problems of protection against air pollution, however, have not been solved yet. Industrial growth will always depend on the development of energetics, based mainly on fossil fuel combustion. Enormous expansion of transportation, which is the source of especially harmful pollutants, is also characteristic for our era. This means that the quantity of pollutants emitted into the air will continue to grow augmenting, at the same time, the significance of air pollution modeling as an important tool of investigating these problems. That is why the question of improvement of air pollution modeling is of such an importance.

Overwhelming majority of air pollution models existing currently, uses the so called Gaussian models, i. e. models based on the idea of Gauss's distribution of pollutants in the smoke plume or smoke cloud i. e.

$$q(x, y, z) = \frac{\Theta}{2\pi U \sigma_y(x) \sigma_z(x)} \exp\left[\frac{-y^2}{2\sigma_y^2(x)}\right] \left\{ \exp\left[\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2(x)}\right] + \exp\left[\frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2(x)}\right] \right\} \quad (1)$$

This relation was subject to a great number of experimental tests in a neutrally stratified atmosphere. Diffusion parameters $\sigma_y(x)$, $\sigma_z(x)$ according to the rela-

tion (1) have the meaning of standard deviations of pollutant distribution in the smoke plume in direction y , or z , that means that they characterize the capacity of atmosphere to disperse pollutants in the space. They are functions of meteorological conditions (mainly of thermal stratification of atmosphere) and of the diffusion time (distance from the source). For stationary and homogeneous turbulence they can be calculated by means of Taylor's relations. In the real atmosphere diffusion parameters have to be determined empirically. A correct application of the relation (1) should start by determining the parameters $\sigma_y(x)$ and $\sigma_z(x)$ on the basis of ground field measurements of air pollution at different meteorological conditions in order to be consistent with the relation (1). But in practice it is impossible to proceed in this way. That is why we use the fact that at approximately identical meteorologic conditions and above a plain and even earth surface the capacity of atmosphere to diffuse pollutants is the same everywhere. In 1961 *Gifford* [2] and *Pasquill* [5] extrapolated accessible measurements of $\sigma_y(x)$ and $\sigma_z(x)$ as far as 100 km from the source for different stability categories. These data are, with only small modifications, used almost exclusively up today.

Dispersion of pollutants in the atmosphere can be quantitatively described also by aid of the turbulence diffusion equation. But since we still do not know how to solve the diffusion equation analytically in complete form at a general dependence of the wind velocity and diffusion coefficients from coordinates, it is inevitable to introduce simplifying premises. It is only logical that the diffusion equation will depend on the difference between the simplifying premises and real conditions in the atmosphere.

Gaussian distribution of chemically inert pollutants in a smoke plume can be obtained also by analytical solution of a diffusion equation in the form

$$U \frac{\partial q}{\partial x} = K_y \frac{\partial^2 q}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 q}{\partial z^2} \quad (2)$$

presuming that turbulence is stationary and homogeneous and there is an ideal reflection of pollutants on the earth surface.

Solution of the equation (2) with boundary conditions

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow x'} q(x, y, z) &= \frac{Q}{U} \delta(y - y') \delta(z - H) \\ \lim_{x, y \rightarrow \pm \infty} q(x, y, z) &= 0 \end{aligned} \quad (2a)$$

$$K_z \frac{\partial q}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0$$

for a continuous point source placed in a point $(0,0,H)$ results in the form

$$\begin{aligned} q(x, y, z) = \frac{Q}{4\pi U x \sqrt{K_y K_z}} \exp \left[-\frac{y^2 U}{4K_y x} \right] \left\{ \exp \left[-\frac{(z+H)^2}{4K_z x} \right] + \right. \\ \left. + \exp \left[-\frac{(z-H)^2}{4K_z x} \right] \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

reminding of the relation (1). Diffusion coefficients K_y , K_z are as empiric parameters as $\sigma_y(x)$ and $\sigma_z(x)$. The only difference is that the relation (3) is va-

lid only for stationary and homogeneous turbulence and the relation (1) has no such limitations.

The relation (3) can formally be identified with the relation (1) if the so called effective diffusion coefficient is introduced, which varies with the distance from the source.

$$K_{\text{ief}}(x) = \frac{U}{2} \frac{d\sigma_i^2}{dx} \quad i=y, z \quad (4)$$

In the ground layer of the atmosphere the condition of space homogeneous turbulence is not at all met. Even at a very simple condition, such as a plain and flat earth surface, the wind velocity U and diffusion coefficients K_y and K_z vary according to the elevation above the earth surface. Besides that we can demonstrate on the basis of the theory of similarity [1]— that in real atmosphere diffusion coefficients K_y and K_z vary with the distance from the source.

If we assume the wind velocity U and diffusion coefficients K_y and K_z vary with the coordinates following the exponential law, i. e.

$$U(z) = U_0 z^m; \quad K_y(x, z) = K_{0y} x^k z^m; \quad K_z(x, z) = K_{0z} x^l z^n \quad (5)$$

we can solve the diffusion equation (6) analytically in a relatively general form

$$U(z) \frac{\partial q}{\partial x} = K_y(x, z) \frac{\partial^2 q}{\partial y^2} + \frac{\partial z}{\partial} K_z(x, z) \frac{\partial}{\partial z} + S(x, y, z) \quad (6)$$

where $S(x, y, z)$ is a function describing the distribution and strength of pollution sources.

With boundary conditions

$$\lim_{x \rightarrow x'} q(x, y, z) = \frac{1}{U(H)} \delta(y - y') \delta(z - H) \quad (6a)$$

$$\lim_{x, y \rightarrow \pm\infty} q(x, y, z) = 0$$

$$K_z \frac{\partial q}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0; \quad K_z \frac{\partial q}{\partial z} \Big|_{z=h} = -\beta q$$

the solution of equation (6) for a continuous point source placed in a point $(0, 0, H)$ has the form—[3]

$$q(x, y, z) = \frac{\Theta}{\sqrt{\frac{4K_{0y}U_0x^{1+k}}{\pi(1+k)}}} \exp \left[-\frac{y^2 U_0(1+k)}{4K_{0y}x^{1+k}} \right] \cdot \sum \frac{(zH)^{(1-n)/2} I_{-n}(\lambda_1 H^\alpha) I_{-n}(\lambda_1 z^\alpha)}{\alpha \lambda_1 \left[h^{1-n} + \frac{(1-n)\beta K_{0z}}{\alpha^2 K_{0z}^2 \lambda_1^2 h^{n+m} + \beta^2} \right]} \exp \left[-\frac{\lambda^2 \alpha^2 K_{0z} x^{1+l}}{U_0(1+l)} \right] \quad (7)$$

where $I_\nu(x)$ is Bessel's function of the first type, ν -st order,

λ_1 are the eigenvalues,

h is the height of the mixing layer,

$$\nu = \frac{1-n}{2-n+m}, \quad \alpha = \frac{2-n+m}{2}$$

Boundary conditions are given in the coordinate system showed in *fig. 1*. The beginning of the coordinate system is placed on the height of the mixing layer, the vertical axis is directed downwards.

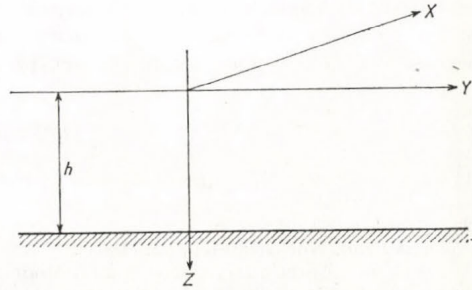


Fig. 1: Coordinate system

It can be demonstrated that the relation (7) obtained from relatively general premises is a generalization of solutions of the diffusion equation, obtained at less general premises. For instance, if we suppose that $\beta=0$, i. e. if we assume an ideal reflection of pollutants from the earth surface, we obtain the relation

$$q(x, y, z) = \frac{Q\sqrt{U_0(1+k)}}{\sqrt{4\pi K_{0y}x^{1+k}}} \exp\left[-\frac{y^2 U_0(1+k)}{4K_{0y}x^{1+1}}\right] \frac{\pi}{h^{(2-n+m)/2}} \quad (8)$$

$$I_{-\nu} \left[\frac{2(zH)^{(2-n+m)/2} U_0(1+l)}{(2-n+m)^2 K_{0z}x^{1+k}} \right] \frac{(zH)^{(1-n)/2} (1+l)}{(2-n+m) K_{0z}x^{1+1}}$$

$$\exp\left[-\frac{(z^{2-n+m} H^{2-n+m}) U_0 (1+l)}{(2-n+m)^2 K_{0z}x^{1+1}}\right]$$

which is at $l=0$ and an unlimited mixing layer identical with the relation obtained by Yeh and Huang [6]. If we further put $n=m=l=k=0$, that means, if we assume a homogeneous turbulence, we can demonstrate that the relation (8) fits to the well-known Gauss's relation (3) modified by the existence of a limited mixing layer.

In cases of extreme atmospheric stability the dependence of concentration from a point continuous source on distance from the source ($q \sim x^p$) is noted in *Tab. 1*. For the diffusion coefficient component, depending on the distance from the source relations [1]

TABLE I

The dependence of concentration from a point continuous point source on the distance from the source for the extreme cases of atmospheric stability and $\beta=0$

	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>p</i>
extreme stability	1.0	0.0	0.0	0.5	1.5
neutral	0.16	1.0	0.72	0.14	2.0
extreme lability	0.0	1.33	1.0	0.0	2.5

$$K_y(x) \sim x^{(1-m)/(1+m)}; \quad K_z(x) \sim x^{(m/1+m)} \quad (9)$$

were used, the theoretical value p from Tab. 1 has a good agreement with experimental data [4].

Comparing Gauss's equation (1) with equation (7) we can state that the equation (7) is a generalization of Gauss's relation for the real atmosphere. By its aid we can describe with higher precision the concentration field of pollutants in space, i. e. a mathematical model based on this relation will be more precise. We can use it more confidently even for purpose for which Gauss's equation was not appropriate, e. g. for pollution prognosis.

REFERENCES

- [1] *Csanády, G. T.*: "Turbulent Diffusion in the Environment", D. Reidel Publishing Company, Boston (1973).
- [2] *Gifford F. A.*: Uses of Routine Meteorological Observations for Estimating Atmospheric Dispersion, *Nuclear Safety*, 2, (1961).
- [3] *Hesek F.*: A Stationary Air Pollution Model, In print.
- [4] *Islitzer N. F., Slade D. H.*: Diffusion and Transport Experiments. *Meteorology and Atomic Energy*, (1968)
- [5] *Pasquill F.*: The Estimation of the Dispersion of Windborne Material, *Meteorological Mag.* 90, (1961).
- [6] *Yeh G. T., Huang C. H.*: Three-Dimensional Air Pollutant Modeling in the Lower Atmosphere, *Boundary-Layer Meteorology*, 9. (1975)

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 3. szám. 1978. május – június
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 3 May – June 1978, Budapest

Módszer a Fertő tó párolgásának számítására „A”-kád adatokból

KOZMA FERENC és TÓTH ERZSÉBET, Központi Légekfizikai Intézet, Budapest

A Method for Computing the Evaporation of Lake Fertő from the Data of an Evaporation Pan "A". One of the main objects of our investigations carried out on Lake Fertő consists in the development of a formula in which only such meteorological elements are used, that are readily obtained from a practical point of view, and that, at the same time, are yielding rather satisfactorily the real evaporation losses of the Lake. A method is presented, which is yielding, in the knowledge of the evaporation measured on pan "A" and of the water temperature, five-day sums of the evaporation of Lake Fertő. For developing this method, the results obtained with a floating evaporimeter were used under the fundamental assumption that the data obtained in this way can be accepted as measures of the evaporation of the Lake. Results of an regressional analysis are illustrated on six diagrams.

*

Метод вычисления испарения с поверхности озера Фертэ по данным испарительного сосуда «А». Одной из основных целей исследований, проводящихся в районе озера Фертэ, является разработка формулы для вычисления испарения, в которую входят элементы, легко доступные на практике водного хозяйства и которая, одновременно, хорошо аппроксимирует фактическую потерю воды озера за счет испарения. В настоящей работе описывается метод, позволяющий получить пентадные суммы испарения с поверхности озера Фертэ, с использованием данных об испарении, получаемых испарительным сосудом типа «А» и данных о температуре воды. Для разработке метода были использованы данные, полученные при помощи плавучего испарителя, помещенного в озеро, причем предполагалось, что измеряемые им величины могут считаться испарением озера. Результаты регрессионного анализа иллюстрируются на шести рисунках.

*

A párolgás meghatározása közvetlen és közvetett úton lehetséges. A közvetett eljárást jelentő különféle empirikus, félempirikus és egyéb módszerek esetén mindig fennáll annak a veszélye, hogy a számítási és mérési hibák halmozódnak, vagyis már a kiindulási alapul szolgáló értékek hibákkal terheltek.

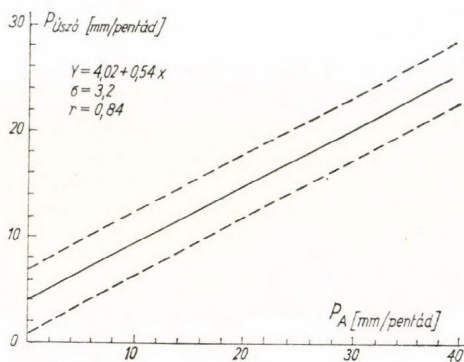
A Fertő tó párolgásának kiszámítására kutatásaink során több formulát is alkalmaztunk. Ezek egy része kifejezetten a Fertő tóra készült, mások az irodalomból ismert különféle eljárások voltak. A nyert eredmények megbízhatóságát a közvetlenül – úszópárolgásmérővel – mért adatok, valamint a vízmérleg számítások csak részben támasztották alá.

Az úszópárolgásmérőkön túl közvetlen párolgásmérésnek könnyelhető el a tó légtérében vagy a vízparton működő ún. *A-kád* alkalmazása is, ám adatát elsősorban hóháztartási problémák miatt csak bizonyos átszámítási tényezők meghatározása után fogadhatjuk el a tó párolgásaként. Sokkal jobb eredmé-

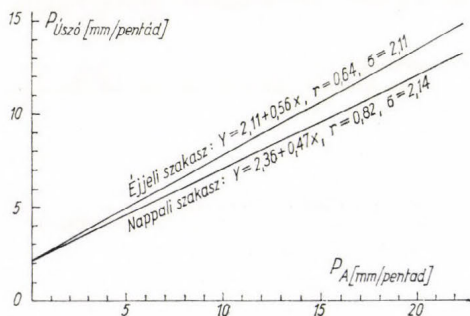
nyeket kaphatnánk az úszópárolgásmérővel, ha ennek folyamatos üzemeltetése nem ütközne számtalan technikai akadályba.

Módszertani vizsgálat és eredmények

Az elmúlt évek során foglalkoztunk már a párolgásnak az úszópárolgásmérő adataira alapozott meghatározásával: A közvetlenül mért evaporáció és a meteorológiai elemek közötti összefüggés-vizsgálat eredményeként állítottunk elő empirikus formulákat (Kozma Ferenc és Tóth Erzsébet, 1975). E formulák továbbfejlesztésének azonban határt szabott az akkor még viszonylag kevés közvetlenül mért evaporációs érték.



1. ábra: Összefüggés az úszó-kád és az A-kád 24 órás intervallumú pentádösszegei között



2. ábra: Összefüggés az úszó-kád és az A-kád nappali és éjszakai szakaszokra bontott pentádösszegei között

A Fertő tavi kutatásnak jelen szakaszában ismét napirendre tűzhetjük azt a feladatot, hogy a kádak mérési eredményeinek felhasználásával további párolgási formulákat dolgozzunk ki. A tó vízmérlegében ugyanis a párolgásnak, mint kiadási tagnak, nagyságrendileg döntő a fontossága, s különösen áll ez a Fertő tóra, ahol van néhány bizonytalanul meghatározható tag a vízháztartási egyenletben.

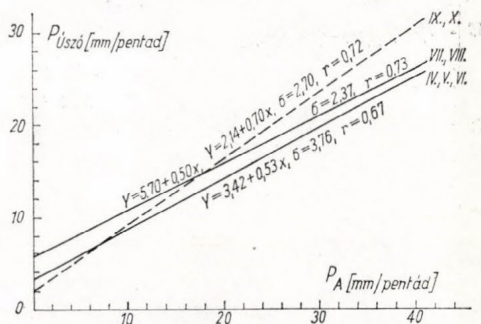
A módszertani kutatásokban végigjárandó út tehát a következő:

1. Elfogadjuk az úszópárolgásmérő adatát a tó valódi párolgásának.
2. Mivel technikai nehézségek következtében az úszópárolgásmérőnek hiányos az adatsora, hozzárendeljük a vele párhuzamosan működő A-kád adatát, s az összefüggés feltárása után már az A-kád értékeiből számolunk a tóra.
3. Az A-káddal mért adatokból már van olyan hosszú sorozat, hogy felhasználásuk lehetővé tegye olyan empirikus párolgászámítási formula

kidolgozását, amely a könnyen hozzáférhető meteorológiai elemeket tartalmazza, és visszamenőleg hosszú párolgási adatsorok előállítását is lehetővé teszi.

Jelen tanulmányban a 2. pont alatt megjelölt munkafázis eredményeiről számolunk be.

Vizsgálataink során a párolgás pentádösszegeivel dolgoztunk. Az 1972–75-ös időszakból összesen 75 olyan pentádot tudtunk kiválasztani, amikor az úszópárolgásmérő megbízhatóan üzemelt. Ennek adatai, valamint a párhuzamosan működő tavi A-kád értékei közötti összefüggés-vizsgálatban a 24 órás, az éjszakai és a nappali szakaszok pentádösszegeit használtuk. A félnapos



3. ábra: Összefüggés az úszó-kád és az A-kád hónapok szerint csoportosított pentádösszegei között

szakaszokat azért elemeztük külön-külön, mivel az alapvető eltérés a két kád között vizük hőtartalmában van. (Megjegyezzük, hogy az úszópárolgásmérőben és a tóban mért hőmérséklet azonos volt.)

A regresszióanalízis eredményeit az 1. és a 2. ábrán mutatjuk be. A korrelációs koefficiensek (r) értékei igen szoros összefüggésre utalnak, a szórás pedig a 24 órás periódusokból származó pentádoknál +3,2, a félnapos szakaszoknál +2,14, illetve +2,11 mm/pentád.

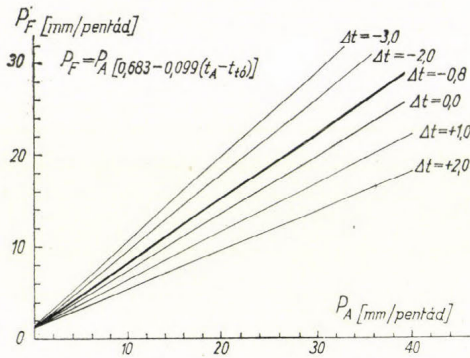
Az éjszakai és a nappali szakasz elemzésekor egy ténytet tudomásul kell vennünk. A tó menti közlekedési nehézségek következtében az *esti* mérést késő délutáni helyettesíti (16, 17 vagy 18 órakor), tehát az ún. *éjjeli* szakaszban még egy kicsit a nappal is benne van. Szemmel látható ugyan, hogy a két kád párolgása közötti különbség csökken az éjszakai periódusban, a *valódi* éjszakai szakaszban azonban, hóháztartási okok miatt, az úszópárolgásmérő, vagyis a tó, az A-kádnál többet párologtat.

Meggyőzően bizonyítja ezt 3. ábránk, amely a hónapok szerint szétválasztott adatok analízisének eredményeit mutatja be. Hogy közel azonos és elegendő esetszámmal dolgozzunk, ezért is egy csoportba soroltuk az április – május – júniusi, ún. *fölmelegedési periódusból* származó 21, a július–augusztusi *fölmelegedési időszakból* származó 29, és a szeptember–októberi *lehűlési szakaszból* meglevő 25 pentádot. Az ábránkról kitűnik, hogy pl. ha egy április – júniusi pentádban az A-kád párolgása 30 mm, ehhez 19 mm úszó- vagy tó párolgás tartozik, július – augusztusban viszont 21 mm, míg szeptember – októberben 23 mm. Vagyis, a tavaszra lehűlt tó nagy víztömegénél fogva nem tudja követni az A-kád vízének fölmelegedését a nappali, intenzív párolgási szakaszban, a nyár közepén ez a különbség már nem annyira kifejezett, ősszel azonban a tó vízének jelentős hőtartaléka következtében az úszó-kád javára mutatkozik a párolgási különbség.

A következőkben, feltételezve, hogy a két kád párolgását befolyásoló külső környezeti tényezők (sugárzás, szél, telítési hiány stb.) azonosak, kerestük párolgási arányuk és a hőmérséklet-különbségük kapcsolatát a

$$\frac{P_U}{P_A} = a + b(t_A - t_U) \quad (1)$$

egyenlet megoldásával. Ez egyúttal azt jelentené, hogy egy A-kád üzemeltetésével, benne és a tóban történő hőmérséklet méréssel közelítenénk meg a tó párolgását.



4. ábra: A tó és az A-kád párolgási adatainak összefüggése a vízhőmérsékletek különbségének függvényében, egész napokra

A P_U/P_A számértéke az április – júniusi pentádokra 0,74-nek, július – augusztusban 0,85-nek és szeptember – októberben 0,97-nek adódott. Természetesen, mennél nagyobb az arányszám, annál inkább közeledik a tó párolgása az A-kádéhoz.

A rendelkezésre álló 75 pentádösszeg alapján elvégezve a regressziószámítást, az (1) egyenlet megoldásaként, feltételezve, hogy az úszópárolgásmérő adata jól megközelíti a tó valódi párolgási értékét, azaz $P_U \approx P_F$,

$$P_F = P_A [0,683 - 0,099(t_A - t_U)] \quad (2)$$

formulát nyertük. E formula alapján kiszámított és a 4. ábrán bemutatott egyenesekből a következők olvashatók le. Ha a $t_A - t_U$ különbség (napi középhőmérsékletből képzett pentádátlagok) pozitív előjelű és pl. 2°C-ot tesz ki, ami egyébként a nagyon meleg nappalú nyári napokra jellemző, akkor az A-kád 20 mm-es párolgásához csak kb. 10 mm tó párolgás tartozik. Mennél inkább csökken a hőmérsékletbeli különbség, annál jobban közeledik egymáshoz a P_F és az P_A érték, de amikor a tó vize pl. már 3°C-kal melegebb az A-kád vizénél (ez az őszi periódusra, illetve az éjszakára vonatkozik általában), akkor

A Fertő tó párolgása A-kád adatok alapján

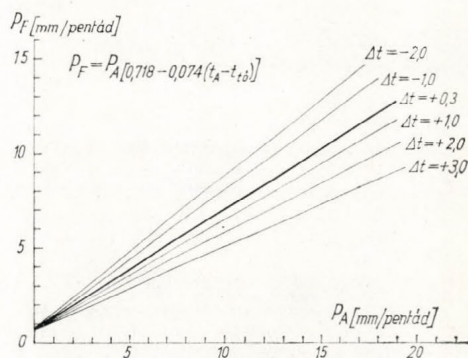
$$P_F = P_A [0,683 - 0,099(t_A - t_U)]$$

[mm/pentád]

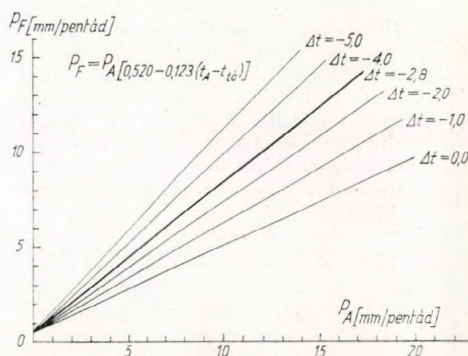
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	11,0	7,8	14,4	31,9	19,3	10,1	7,6
2	21,5	17,0	16,7	23,2	17,2	13,7	4,1
3	9,3	16,4	16,0	18,4	13,5	10,8	11,5
4	9,8	13,6	18,9	30,1	18,6	10,8	6,3
5	9,0	14,5	21,2	19,5	10,6	6,6	4,1
6	13,2	17,4	27,2	22,1	18,7	4,4	3,0
Ö:	73,8	86,7	114,4	145,2	97,9	56,4	36,6

a tó párolgása elérheti, sőt meg is haladhatja az A-kád párolgását. A (2)-es formulával végzett számítások eredményeit az 1976. április – október periódusra, pentádösszegek formájában *táblázatunk* tartalmazza.

Az 5. ábra a nappali szakaszra elvégzett regresszióanalízis eredményeit mutatja be, de itt meg kell jegyeznünk, hogy a déli 12 órai hőmérséklettel dolgozunk, amely nem tükrözi valójában a teljes nappali szakaszra jellemző hőmérsékleti értéket, csakúgy, mint az éjszakai viszonyokra jellemzőnek vett reggel 8 órai adat, illetve a $t_A - t_{16}$ hőmérsékletkülönbség, amellyel a kapcsolat a 6. ábrán látható.



5. ábra: A tó és az A-kád párolgási adatainak összefüggése a vízhőmérsékletek különbségének függvényében, nappali szakaszokra



6. ábra: A tó és az A-kád párolgási adatainak összefüggése a vízhőmérsékletek különbségének függvényében éjszakai szakaszokra

A fent részletezett vizsgálatokat a tavon naponta háromszor mért adatokra támaszkodva végeztük el. Nyilvánvaló azonban, hogy az eredmények, közelebbről pedig a (2) formula egzaktabbá tételéhez további úszó- és A-kád adatsorra, nemkülönben a vízhőmérsékletek részletes, regisztrált értékeire van szükség. A technikai nehézségeknek az úszópárolgásmérő további üzemeltetéséhez szükséges megoldása, valamint a megfelelő vízhőmérsékletet regisztráló műszerek beállítása érdekében a szükséges intézkedés megtörtént, s várhatóan az 1978. évi adatok birtokában a témára visszatérhetünk.

IRODALOM

Kozma, F. und Tóth, E.: Methoden zur Berechnung der Verdunstung des Neusiedler Sees. Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B, 23, 99 – 109, 1975.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 3. szám. 1978. május – június
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 3 May – June 1978, Budapest

Az időjárás hatása a műtrágyázott kukorica terméseredményére

POSZA ISTVÁN, Központi Légkörfizikai Intézet, Agrometeorológiai Observatórium, Szarvas

Influence of Weather Conditions on the Yield of a Fertilized Maize Crop. This paper consists in a report on the fertilizer experiments carried out during the period 1971 to 1977 at the Observatory for Agricultural Meteorology in Szarvas. By using growing pots (Evapotranspirometers) with controlled water supply the effects of various quantities of fertilizer on the water requirement of maize are described. It is found, that under the influence of a double amount of fertilizer the water requirement is increased; this increase in water requirements is lower than 10 per cents, and the increase in crop yield is attaining again 10 per cents on the average; however, there are differences from year to year, which are mainly depending on the temperature conditions. There is a report on the connection between the humidity conditions of the small parcels in the vicinity of the evapotranspirometers which are determined by natural precipitations, on the one hand, and the efficiency of fertilizer on the other hand; the crop-increasing effect of an increasing amount of nutrients is determined mainly by temperature and precipitation conditions. A doubling of fertilizer amount is causing, on the general, also in this case an increase in crop yield of about 10 per cents during the experimental period; however, the differences among weather conditions from year to year have a still greater effect, causing fluctuations in crop yield which are almost attaining 100 per cents. The efficiency of the fertilizer (that is, the crop obtained by 1 kg of fertilizer) is optimal, when weather conditions are favourable ones for the production of a good crop yield; in other words, the weather effect is the predominant one, while the increase in nutrients can be only modified. Weather conditions for a good crop yield and conditions for the efficiency of the fertilizer are mainly determined by thermal and humidity conditions. Particularly air temperature in Mai and precipitation conditions in June and July are the decisive factors.

*

Влияние погоды на урожайность искусственно удобренной кукурузы. Приводятся результаты экспериментов по искусственному удобрению, проведенных в период с 1971 по 1977 гг. в районе г. Сарваш. По измерениям суммарного испарителя при направленном водоснабжении, анализируются эффекты различных доз искусственного удобрения на водопотребление кукурузы. На воздействие удвоения дозы питательного вещества, увеличивается водопотребление, нарастание остается ниже 10%, увеличение урожая достигает, в среднем, 10%, однако, главным образом в зависимости от температуры, урожайность изменяется из года в год. Анализируются связи условий влажности, определяемых естественными осадками, выпадающими на участки вокруг суммарных испарителей, с эффективностью искусственного удобрения. Увеличение урожая за счет увеличения дозы питательного вещества обуславливается решающим образом, кроме температуры, количеством осадков. За период экспериментов удвоение количества питательного вещества привело к повышению урожая прилб. на 10%, однако, более значительным является влияние различных условий погоды в разные годы, вызывающие почти 100%-ное колебание урожая. Эффективность искусственного удобрения — урожай на 1 кг питательного вещества — оказывается оптимальной, когда метеорологические условия являются благоприятными для достижения хорошего урожая, т. е. решающую роль играет влияние погоды, причем

увеличение дозы питательного вещества вызывает только изменения. С точки зрения эффективности искусственного удобрения и достижения хорошего урожая основными метеорологическими факторами являются температура и влажность, в частности, температура воздуха в мае и осадки, выпадающие в июне и июле.

*

A több mint tíz éve folyó vízigénymeghatározások programja 1970-ben újabb témakörrel bővült. Ekkor kezdtük el vizsgálni a már ismert mérő berendezésekkel a különbözőképpen műtrágyázott növényállományok vízfogyasztását, ami az adott fajta mellett most már az időjárás és az eltérő tápanyagellátás együttes hatásának az eredménye.

Értékelhető adatok 1971-től vannak Szarvasról [Posza és Tóth 1972, Posza 1973], majd 1973-tól hasonló kísérletek folytak Kecskeméten és a külön e célból létrehozott keszthelyi agrometeorológiai kutatóállomáson is [Antal, Posza és Tóth 1975].

Mindhárom helyen az alapmérés a kompenzációs evapotranspirométerben és az azokat körülvevő kisparcellákon folyt. A 4–5 m²-es tenyészedenyekben optimális vízellátást rendszeresítettünk, a 200–300 m²-es parcellákon csak a természetes csapadék szolgáltatta talajnedvességet kapták a növények. A jelzőnövény 1970 és 71-ben MV 1-es, 1972-ben MV 620-as, 1973-tól egységesen MvSc 580 volt, ami tapasztalataink szerint nem okozott lényeges különbséget a vízigény és a termés alakulásában.

A tápanyagellátást a kiadagolt műtrágya mennyiségével jellemeztük, az azonos adagokat minden évben azonos parcellára, illetve tenyészedenyre adtuk. A közepes adagnak nevezett mennyiség 1971 és 72-ben 264 kg/ha, 1973-tól 240 kg/ha NPK hatóanyag volt, a nagy adag ennek a kétszerese. A kezdetben alkalmazott műtrágyázatlan kontroll kezelés helyett 1974-től a 120 kg/ha hatóanyagot alkalmaztunk kis adag néven. Az azonos helyre azonos műtrágyaadag esetén ugyanis két-három év múlva a kontroll majdnem teljesen tápanyag nélkül marad és a vele való összehasonlítás téves következtetésre vezethet. A kísérletekből végülis ezért hagytuk ezt ki, és inkább a megduplázott tápanyag hatását vizsgáltuk a vízigényre és a terméseredményre az időjárás függvényében.

A két lényegesen eltérő kezelés, vagyis az optimális és a természetes vízellátás mellett elsősorban Keszthelyen, egy-egy tenyészidőszakban más módokon is szimuláltuk az eltérő időjárású éveket pl. különböző színű fólia takarással, több fokozatú vízutánpótlással stb., azonban a leghosszabb mérési sorozat, hét év, a fentebb említett kétféle vízkezeléssel Szarvason volt. A hasonló időszakokra megállapított alapösszefüggések mind a három kísérleti helyre azonosak voltak, ezért most csak a szarvasi 1971–77-es eredményeket ismertetjük.

A műtrágya hatása optimális vízellátás esetén. A kukorica vízigénye vagy optimális evapotranspirációja a vizsgált években minden tápanyagszint esetén szigorúan az időjárás alakulásának függvényében változott, nevezetesen a párolgásra döntően ható léghőmérséklet, légnedvesség stb., egyszóval a párolgatóképesség vagy potenciális evapotranspiráció függvényében. Értéke 450 mm és 650 mm között változott.

Az eltérő műtrágya adag vízigényre gyakorolt hatása az időjárásénál lényegesen kisebb. Azonos években a megduplázott tápanyag hatására növekszik a vízigény, ez a növekedés azonban csak 5–7, ami átlagosan 20 mm-nek felel meg a tenyészidőszakban. A kísérleti évek átlagában kis adagnál 490 mm, közepesenél 510 mm, nagy adagnál 530 mm volt a vízigény. A növekedés oka

elsősorban a bővebb tápanyag hatásra kialakult nagyobb levélfelület, amivel általában nagyobb szemtermés is társult.

A megállapított vízigény kis növekedése nem azt jelenti, hogy nincs nagy szerepe a nedvességellátottságnak. Ebben az esetben ismételjük, hogy optimális, de mondhatjuk azt is, hogy luxus vízellátásról van szó, amikor is az evapotranspiráció nagyságát döntő mértékben az időjárás határozza meg, a tápanyag hatása csak módosító jellegű.

A vízigény dinamikájának tanulmányozása során természetesen fenológiai és fenometriai megfigyeléseket is végeztünk, így a terméseredmények alakulásáról is beszámolhatunk. Megállapítottuk, hogy a megnövelt műtrágya adag minden esetben termésnövekedéssel járt, nevezetesen közepes adagról nagy adagra áttérve a növekedés mintegy 10%, a hét év átlagában 103 q/ha-ról 113 q/ha-ra emelkedett a májusi morzsolt szemtermés. A termés évenkénti alakulása döntő módon a léghőmérséklet függvénye, kedvező hőmérsékleti viszonyok mellett a tápanyag növelés fokozottabb termésemelkedést idéz elő, hangsúlyozva optimális vízellátás esetén. Pl. 1971 tenyészidőszakának hőmérséklete kevéssel átlag alatti, de a májusi +2 fokos anomália következtében ekkor volt a legjobb termés, közepes adagnál 128 q/ha, nagy adagnál 145 q/ha.

A műtrágya hatékonyságának jellemzésére a termés/hatóanyag hányadosot alkalmaztuk, vagyis az egységnyi műtrágyára jutó májusi morzsolt szemtermést. Az ilyen hatékonysági tényező természetesen nem terjeszthető ki általánosságban, de az azonos helyen azonos technológiájú termesztés esetén jól jellemzi a viszonyokat, és kiemeli a különbségeket.

Ezen hányadosok vizsgálatakor első szembetűnő jelenség, ami a definícióból természetesen következik is, hogy a tápanyag-növekedés hatására értékük csökken. Ez azt jelenti, hogy a nagy adag határfoka kisebb, mint a közepes vagy kis adagú műtrágyáé. Pl. 1974-ben a kis adag 81, a közepes 42, a nagy adag 20 hatékonysági tényezőjű.

A kísérleti évekre előállított hatékonysági tényezőkből kiderült az is, hogy az időjárás változékonyságának hatása növekvő tápanyag esetén kisebb, mintegy növeli a termésbiztonságot. Így közepes adagnál 35–50 között változott a hatékonysági tényező, nagy adagnál csak 20–30 között ingadozott. Értéke az egyes években, hasonlóan a termés mennyiségéhez, optimális vízellátás esetén döntően a tenyészidőszak hőmérsékleti viszonyainak függvénye.

A műtrágya hatása természetes csapadékvízellátás esetén. A nedvességellátottság szerepét és jelentőségét a kisparcellás kísérletek eredményei domborították ki. Itt az alkalmazott műtrágya adag és a termesztés technológia a tenyészedeényekével azonos, azonban a növények számára a hozzáférhető talajnedvességet csak a természetes csapadék jelenti.

A tényleges evapotranspiráció, amit talajnedvesség-mérésekkel határoztunk meg, nem mutatott eltérést a más-más mértékben műtrágyázott parcellák között. Ennek oka részben a valóban nem lényeges eltérés a vízigényben (lásd fentebb 20 mm), másrészt a talajnedvesség-mérés hibája. A minket érdeklő termés és a hasznosulási tényező alakulása lényegesen változatosabb az évek során, mint az előbb tárgyalt optimális nedvességellátás esetén.

A megduplázott tápanyag természetes körülmények között nem járt együtt mindig a termés növekedésével. Kedvezőtlen vízellátás, vagyis kevés csapadék esetén a termés csökkenhet is, mint pl. 1971 tenyészidőszakában, amikor is a közepes adag 114, nagy adag 101 q/ha terméssel párosult.

A kísérleti években a termés mennyisége az azonos technológia ellenére is tág határok között ingadozott, és minden tápanyag szintnél közelítőleg elérte

a 100%-ot is. Szélső értékei közepes adagnál 73–134 q/ha, nagy adagnál 78–147 q/ha májusi morzsolt szemtermés.

Ebből következik az is, hogy a hatékonysági tényező is szeszélyesebben változik, mint optimális vízellátás esetén. Közepes adagnál 30–60, nagy adagnál 15–30 az értéke a szélsőséges időjárású években. Az alkalmazott tápanyag szinttől függetlenül ez is 100% körüli ingadozást mutat.

Természetes körülmények, szántóföldi viszonyok között a termés alakulása, s ezzel együtt a hatékonysági tényező nagysága elsősorban a tenyészidőszak csapadékviszonyaitól és a léghőmérséklet alakulásától függ. Nevezetesen kiemelkedő kukorica termés és ezzel járó magas hatékonysági tényező akkor várható, ha a tenyészidőszak csapadék-eloszlása olyan, hogy a június és július hónapokban eléri vagy meghaladja a 80–80 mm-t, a léghőmérséklet a lehetőség szerint minél magasabb, különösen fontos feltétel a májusi legalább 18–22 fokos havi közép a kezdeti fejlődés szempontjából. Ezen meteorológiai feltételeknek az 1975-ös év tenyészidőszaka mindenben megfelelt, és ugyanakkor a termés mennyiség is minden tápanyagszint esetében a kísérleti periódus hét éve közül a legnagyobb volt az optimális vízellátású kezeléseket is beleértve. A természetes csapadék megszabta vízellátottság és a hőmérsékleti viszonyok 1975-ben kis adag műtrágya esetén 104, közepes adagnál 134, nagy adagnál 147 q/ha májusi morzsolt szemtermést eredményezett, s így a hatékonysági együtttható sorrendben 87, 58 és 31, ugyancsak a legmagasabb az összes kezelések közül a hét év folyamán.

A kukorica termésre kedvező időjárású évek gyakorisága. Ezek után megvizsgáltuk, hogy az 1975. évihez hasonló időjárású feltételeknek mi a gyakorisága az 1901–1975-ös időszakban, tehát milyen valószínűséggel számíthatunk meteorológiai szempontból várható kiemelkedő termésre és az alkalmazott műtrágya adagok legjobb hasznosulására.

1901–1975. időszakban Szarvas környékén mindössze 14 év adott lehetőséget az öntözés nélküli kiemelkedő kukorica termésre azzal, hogy a június és július csapadéka összesen elérte vagy meghaladta a 160 mm-t. Ilyen tenyészidőszakok voltak pl. az utóbbi években 1965, 69, 70, 72, 73, 74 és 75-ben. A 14 évből a többi hónap elégtelen csapadéka két évet törölt, majd újabb 6 évvel csökkent a kedvező évek száma amiatt, hogy a májusi léghőmérséklet rendkívül alacsony volt. Végül is maradt a 75 évből 6 év, amikor a meteorológiai feltételek messzemenően kedvezőek voltak az öntözés nélküli kiemelkedő termés eléréséhez és a műtrágya legjobb hasznosulásához.

Az időjárás szempontjából kiemelkedően „jó” évek aránylag kis száma, a mindössze 6 év, vagyis az évek mintegy 8%-a arra mutat, hogy a jelenlegi technológiával pl. az 1975-ös terméshez hasonlóra – öntözés nélkül – csak nagyon kis valószínűséggel számíthatunk. A nagyadagú drága műtrágya kedvező hasznosulására az Alföld nagy részén nagy gyakorisággal csak akkor számíthatunk, ha öntözéssel természetesen rendezkedünk be. Hőmérsékleti viszonyaink ugyanis olyanok, hogy csak az évek mintegy 25%-ban jelentenek gátló körülményt a jó kukorica terméshez.

IRODALOM

- Posza I. és Tóth E. (1972): A kukorica vízigényének alakulása az időjárás viszonyok és az NPK szintek függvényében. Beszámoló, 1972.
- Posza I. (1973): Tápanyagellátás és evapotranspiráció szántóföldi viszonyok között. Beszámoló, 1973.
- Antal E., Posza I. és Tóth E. (1975): Az időjárás és éghajlat hatása a műtrágya hasznosulására. Időjárás 79. évf. 2. szám.

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 3. szám. 1978. május – június
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 3 May – June 1978, Budapest

A csemegeszőlő hő- és vízigénye

FÜRI JÓZSEF, Szőlészeti Kutató Intézet, Kecskemét-Katonatelep, KOZMA FERENC, Központi Léggörfizikai Intézet, Budapest

Water Requirement and Heat Requirement of Dessert Grapes. On the basis of results obtained in experiments carried out during the period 1961 to 1976 at Kecskemét – Katonatelep, the problems in agricultural meteorology of the production of table grapes are discussed. Relations between the temperature of the growing period and the phenological phases are investigated in order to analyse the heat supply as well as the relation of these factors to harvesting time. Although the water requirement of the vine plant is rather a moderate one, the haphazard temporal distribution of precipitations is leading generally to a lack of water. Accordingly, the problem of the irrigation of the vine is discussed in detail. These investigations are based on evapotranspiration measurements, from which the water requirement of the vine can be deduced. Maximum evapotranspiration and effective evapotranspiration are analyzed separately, their dynamics and their modifications according to varieties, and, for every phenological phase, the water requirement of dessert grapes as well as the lack of transpiration water are discussed.

*

Потребление тепла и воды столовых сортов винограда. По результатам экспериментов, проведенных в период с 1961 по 1976 гг. в районе Кечкемет—Катонатеlep, в работе рассматриваются агрометеорологические проблемы разведения столовых сортов винограда. Путем изучения связей между температурой в течение вегетационного периода с одной стороны и прохождением фенофаз — с другой, анализируется зависимость теплоснабжения от продолжительности периода до сбора винограда. Несмотря на среднее водопотребление винограда, в связи с капризным распределением осадков во времени, виноград, как правило, терпит дефицит воды. Поэтому подробно обсуждаются вопросы орошения винограда. В основе исследований лежат измерения суммарного испарения, по данным которых можно определить водопотребление винограда. Отдельно анализируется эффективная транспирация, ее динамика и изменение по сортам, а также водопотребление и транспирационный дефицит воды столовых сортов винограда по фенофазам.

*

Köztudott, hogy a szőlő mediterrán övezetből származó nagy hőigényű növény. Hazánk a szőlőtermesztés, illetve a természetesség északi határzónájába esik. Történelmi szőlő- és borvidékeink, közöttük az alföldi szőlőtermesztő körzetek is, több más ökológiai tényező mellett főként a kedvező makro- és mikroklíma viszonyoknak köszönhetik a csemegeszőlő és a bor általában kiváló minőségét. Az egyes évjáratokra jellemző eltérő borminőség, valamint a szőlőtermés változó mennyiségi és minőségi mutatói azonban arra is felhívják a figyelmet, hogy a mi éghajlatunk a szőlő hőigényét nem tudja minden évben maradéktalanul kielégíteni.

A nagy hőigény mellett a szőlő csak közepes vízigényű, és a szőlőtermesztés ősidők óta, mint száraz művelésű kultúra vált ismeretessé. Valóban hosszú ideig elviseli a szárazságot, de a vegetációs időszakban vannak olyan periódusai, amikor erősen megsínyli a víz hiányát. Azokon a területeken, ahol az évi csapadékösszeg nem haladja meg az 500 mm-t, a csemegeaszőlő már csak öntözéssel természetesen gazdaságosan. Az évi csapadékösszeg a nyári szeszélyes csapadékeloszlás miatt természetesen nem sokat mondhat egy növény vízellátottságáról, s ezért, különösen az alföldi homokvidékeken, még az átlagosnál több csapadék esetén is a szőlő öntözésre szorulhat.

A hőigény

A szőlő hőigényének vizsgálatába Kecskemét – Katonatelepről származó 20 csemege és kettős hasznosítású fajta 17 – 26 éves fenológiai adatsorát vontuk be. Ebből a 20 fajtából bemutatásra hatot emelünk ki, mégpedig két korai (Csabagyöngye, Olimpia), két középérésű (Szőlőkertek királynője muskotály, Gloria Hungariae) és két kései (Téli muskotály, Afuz Ali) fajtát.

A vizsgálatokat a szokásos hőösszeg számítással kezdtük, s igyekeztünk kapcsolatot keresni az április 1-től a szüretig eltelt napok száma és ugyanezen időszak aktív (10 fok feletti) hőösszege között (I. táblázat).

I. TÁBLÁZAT

A megfigyelési évek száma (n), az április 1-től a szüretig eltelt napok (N) és az aktív hőösszegek (AH) átlagos értékei, valamint hat szőlőfajta átlagos, optimális, optimális alatti és minimális hőellátottsága

Fajta	Megf. évek száma (n)	Napok száma (N)	Aktív hőösszeg (°C)	Korrelációs együttható (r)	Átlagos	Optimális			Optimális alatti		Minimális	Korrelációs együttható (r)
						hőellátottság						
						°C	°C	%	°C	%		
Csabagyöngye	23	127	2087	0,25	16,4	17,0 – 18,1	26	< 17,0	74	14,8	-0,773	
Olimpia	17	133	2216	0,32	16,6	17,0 – 18,2	29	< 17,0	71	14,8	-0,547	
Szőlőkertek királynéja	24	146	2475	0,41	17,0	17,5 – 18,7	33	< 17,5	67	15,5	-0,588	
Gloria Hungariae	23	151	2613	0,40	17,2	17,7 – 18,8	30	< 17,7	70	15,6	-0,582	
Téli muskotály	18	168	2883	0,56	17,2	17,7 – 18,9	22	< 17,7	78	15,6	-0,585	
Afuz Ali	26	176	3032	0,42	17,2	17,7 – 18,9	19	< 17,7	81	15,4	-0,598	

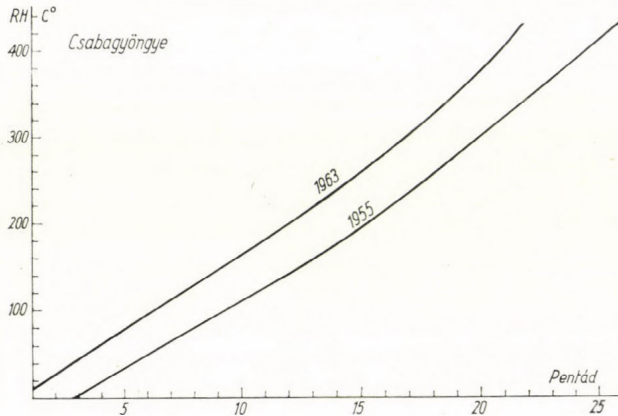
Ennek a módszernek a létjogosultsága sokat vitatott, hiszen a napok száma és a hozzájuk rendelt hőösszeg nem független egymástól, vagyis nyilvánvalóan a hosszabb időintervallumhoz magasabb hőösszeg tartozik és megfordítva.

Ebből a vizsgálatból azonban még ez a látszólagos kapcsolat sem derül ki, ami bizonyíték arra, hogy a szőlő érése aránylag szűk hőösszeg-intervallumban bekövetkezik, a szüret ideje, azaz a vegetációs idő hossza viszont erősen változik.

Az I. táblázatunk bemutatja még a hat szőlőfajtnál április 1-től a szüretig eltelt napok átlagos számát és az éréshez szükséges átlagos hőösszegeket.

Ezek az értékek, mint látjuk, tág határok között mozognak, pl. a korai Csabagyöngyenél 127 nap, ill. 3032 fok a megfigyelések eredménye.

A hőösszeg és a tenyészidőszak hossza közötti kapcsolat keresés következő fázisa a szüretig eltelt napok és a relatív hő, azaz a relatív hőmérséklet közötti összefüggés vizsgálata volt. A nyert eredmények már lényegesen többet mondanak számunkra, konkrétan utalva a szőlő hőigényére is. A tenyészidőszak hossza és az aktív relatív hő közötti összefüggés mind a hat vizsgált fajtánál szoros, a kapcsolat negatív előjelű és 0,1 illetve 1%-os szinten szignifikáns. A negatív kapcsolat azt jelenti, hogy az alacsonyabb relatív hőmérséklethez hosszabb érési idő tartozik és megfordítva.



I. ábra: A minimális és optimális hőellátottság, valamint a szüretig eltelt idő pentádokban a korai, Csabagyöngye fajtánál

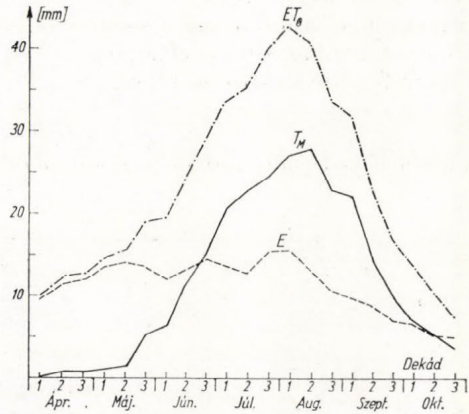
I. táblázatunk a hat szőlőfajta tenyészidőszakra vonatkozó relatív hőjének és a tenyészidőszak hosszának kapcsolatát mutatja be, föltüntetve az átlagos, az optimális, az optimális alatti, a minimális hőellátottságot, valamint az előfordulási valószínűségeket %-ban. Optimális hőellátottságúaknak azokat az éveket tekintettük, amikor a szőlőtermés mennyiségi és minőségi mutatói jók vagy kimagaslók voltak. A táblázatban föltüntetett fajtasorrend egyben az érési, ill. szüreti sorrendet is jelenti. Az átlagos és optimális hőellátottság, valamint a hőigény az érési sorrendnek megfelelően nő, de a kései fajtáknál már azonos. Az optimális hőigény bekövetkezésének valószínűsége viszont a középérésű fajtáknál a legnagyobb, a korai és kései fajták felé csökken. Ez természetesen is, ha meggondoljuk, hogy a korai fajtáknál a viszonylag magas, a késői fajtáknál az abszolút értékben is magas hőigény ritkábban teljesül. Az optimális hőellátottságú évek száma tehát aránylag alacsony, ilyen évekre mindössze 19–33%-ban számíthatunk. Ez a valószínűségi érték és a hőigény határok valamelyest módosulnak, ha nem a teljes tenyészidőszak, hanem az egyes fenológiai fázisok hőigényét és hőellátottságát vizsgáljuk.

A minimális és optimális hőellátottságról az I. ábra nyújt némi tájékoztatást. Kiténik, hogy a szüretig eltelt idő a Csabagyöngye szőlőnél 1955-ben (minimális hőellátottságú év) majdnem 3 héttel hosszabb volt, mint 1963-ban (optimális hőellátottságú év), de az akkumulált relatív hőmérséklet csak 6,4 fok különbséget mutatott. Ez újabb bizonyíték arra, hogy az érés jól meghatározható hőösszeg ill. hőellátottsági érték mellett következik be, de a hőmérséklet alakulásának megfelelően a szüret időpontja az optimális hőellátottságú évekhöz képest több héttel is eltolódhat.

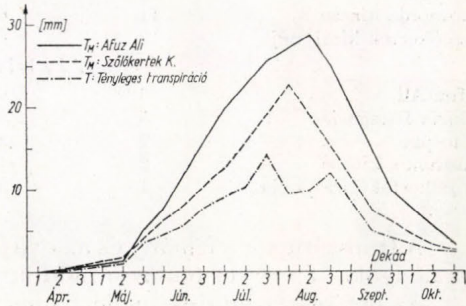
A vízigény

A természetes vizekben szegény Duna – Tisza közén az öntözés csak akkor lehet gazdaságos, ha ismerve a növény vízigényét, az öntözővizet a megfelelő időben és mennyiségben juttatjuk az állományba. A szőlő vízigényének és a vízfogyasztás dinamikájának megismerésére 1970-ben szabadföldi vízháztartási kísérleteket kezdtünk Kecskemét – Katonatelepen. A vizsgálatokba 5 csemegezőlő fajtát (Afuz Ali, Gloria Hungariae, Olimpia, Pannonia kincse és Szőlőkertek királynője muskotály) vontunk be, s ezek vízigényének pontos feltárása érdekében külön mértük az evaporációt is.

2. ábra: Az optimális evapotranspiráció (ET_0), a maximális transpiráció (T_M) és az evaporáció (E) 4 évi (1971 – 74) dekádátlagainak menete



3. ábra: A maximális (T_M) és tényleges transpiráció (T) 6 évi (1971 – 76) dekádátlagainak menete a tenyészidőszakban



Az evaporáció mérését az teszi indokolttá, hogy a modern telepítésű, széles sorközű szőlőállományokban a talajpárolgási vízvesztés igen nagy, az evapotranspiráció jelentős hányada (Fűri – Kozma, 1972).

A 2. ábra az optimális evapotranspiráció (ET_0), a maximális transpiráció (T_M) és az evaporáció 4 éves (1971 – 74) dekádátlagainak menetét mutatja be a tenyészidőszakban. Az evaporációnak nincs határozott menete, s a tenyészidőszak első harmadában jelentősen meghaladja a transpirációt. A teljes tenyészidőszakra az evaporáció és transpiráció aránya mintegy 50 – 50%. A transpirációnak határozott a menete: a tenyészidőszak elején 5 mm/dekád alatt marad, a maximumot augusztus második dekádjában éri el (28 mm), majd a tenyészidőszak végéig fokozatosan csökken.

A külféle (altalaj, csepegtető, barázdás, esőztető) öntözési módok evaporációs vízvesztesége más és más, ezért a szőlő vízigényét és az öntözővíz-szükségletet az evapotranspirációból nehéz megállapítani. A vízigény és ezen keresztül a vízhiány meghatározására legmegfelelőbbnek a maximális transpiráció és a transpirációs vízhiány látszik (Füri – Kozma, 1976).

A 3. ábra 6 év (1971 – 76) átlagában mutatja be két szőlőfajtára (Afuz Ali és Szőlőkertek királynője muskotály) a maximális transpiráció (vízigény) és a tényleges transpiráció dekádértékeinek menetét a tenyészidőszakban. A maximális és tényleges transpiráció különbségét, amelyet transpirációs vízhiánynak nevezünk, tekinthetjük a növény vízhiányának. A tenyészidőszak elején, egészen június első dekádjáig elegendő víz áll a szőlő rendelkezésére. Június első dekádjától fokozatosan nő a vízhiány, és különösen szembeűnő a tényleges transpiráció augusztusi visszaesése, éppen abban az időszakban, amikor a szőlőnek legnagyobb a vízigénye. A transpirációs vízhiány ezután a tenyészidő végéig folyamatosan csökken.

II. TÁBLÁZAT

A különböző szőlőfajták átlagos vízigénye [mm] és transpirációs vízhiánya [mm] a fenofázisokban

Fajta	Rügyfakadástól virágzásig	Virágzástól zsendülésig	Zsendüléstől szüretig	szüretől lombhullásig	Rügyfakadástól lombhullásig
V í z i g é n y (6 évi átlag)					
Afuz Ali	17	114	72	17	220
Gloria Hungariae	13	88	78	35	214
Olimpia	12	57	53	63	185
Pannonia kincse	11	66	64	33	174
Szőlőkertek királynéja	12	60	57	35	164
V í z h i á n y (6 évi átlag)					
Afuz Ali	3	82	51	9	145
Gloria Hungariae	5	56	60	21	142
Olimpia	2	30	39	27	98
Pannonia kincse	2	41	48	20	111
Szőlőkertek királynéja	1	33	46	19	99

A transpirációs vízhiány és az evaporáció ismeretében az optimális öntözővíz adagokat az egyes öntözési módokra könnyen megállapíthatjuk.

Az öntözővíz adatok mellett még meg kell határozunk az öntözési időpontokat is. Ennek egyik feltétele, hogy ismerjük a szőlő vízfogyasztásának ritmusát, vagyis azt, hogy a fejlődés és növekedés különböző szakaszaiban, az egyes fenofázisokban milyen mértékű a vízigény.

A szőlő vízszükséglete a II. táblázat szerint nemcsak az egyes fenofázisokban, hanem fajtánként is eltérő. A 6 évi átlagadatokból (1971 – 76) kitűnik, hogy a rügyfakadás-virágzás fázisban a vízigény még kicsi, s a fajták között nincs lényeges eltérés. A következő fenofázisban (virágzás-zsendülés) már ugyásson megne, s elérve a maximumot, egyben a fajták közötti nagy különbség is szembeűnő. A zsendülés-szüret szakaszban a vízfelhasználás már csökken. Az utolsó fázisban (szüret-lombhullás) a fázishosszak nagy eltérése miatt a különböző fajták vízigénye is rendkívül ingadozó. A teljes tenyészidőszakra a fajtától függően 164 és 220 mm között változik a transpiráció.

A vízigény és a tényleges transpiráció ismeretében az egyes fenofázisokra és a teljes tenyészidőszakra a transpirációs vízhiányt ugyancsak a *II. táblázatban* mutatjuk be. Az 1971–76. évi átlagokból az tűnik ki, hogy az első fenofázisban a vízhiány elhanyagolhatóan kicsiny, a következő kettőben viszont igen nagy. A legnagyobb a transpirációs vízhiány a zsendülés-szüret fázisban, vizsgálataink szerint ennek is a zsendülés, az érés kezdete után egy rövid szakaszban. Ez a rövid szakasz az Afuz Ali fajta kivételével július utolsó vagy augusztus első dekádjára esik. A kései Afuz Ali minden vizsgált évben augusztus második vagy harmadik dekádjában zsendül, és mivel a vízellátottság július végén és augusztus elején a legrosszabb, a maximális vízhiány ennél a fajtánál az előző fázisban (virágzás-zsendülés) jelentkezik.

A teljes tenyészidőszakot tekintve a fajták között lényeges az eltérés, a legnagyobb vízigényű Afuz Ali és a legkevesebb vizet transpiráló Olimpia fajta között mintegy 50%.

Az itt elmondottakban röviden összefoglalt, de a valóságban nagyon is részletes hő- és vízháztartás vizsgálataink eredménye arra mutat, hogy a különböző szőlőfajták igényéhez s a változó időjárási körülményekhez igazodó agrotechnikai eljárással, elsősorban a megfelelő időben és módon alkalmazott öntözéssel a szőlő termése, tehát termesztésének gazdaságossága jelentősen fokozható.

IRODALOM

- Füri J. – Kozma F.* 1972.: Energiehaushaltuntersuchungen in berieselten Weingärten auf Sandboden. Meteorologische Probleme der Bodennahen. Heftschrift Seminar, Košice 1971.
- Füri J. – Kozma F.* 1976.: Measurement of evapotranspiration of vine by compensation evapotranspirometers. ICID International roundtable conference on evapotranspiration, Budapest, 1976.
-

IDŐJÁRÁS

Az Országos Meteorológiai Szolgálat folyóirata. 82. évf. 3. szám. 1978. május – június
Journal of the Meteorological Service, Vol. 82. No 3 May – June 1978, Budapest

A műholdas meteorológiai adatszolgáltatás fejlődése

TÄNCZER TIBOR, Központi Légekörfizikai Intézet, Budapest

On the Development of the Meteorological Data Service by Satellite (Summary). Nowadays the interpretation of weather informations received from satellites belong closely to the work of meteorological services. The earliest satellite data have been cloud pictures showing the cloud coverage. In the Hungarian Meteorological Service the reception of APT pictures has begun ten years ago. The radiation measurements by satellite are utilizing for such practical purposes as the determination of the vertical temperature profile or the sea surface temperature. The WEFAX transmissions by geosynchronous satellites play a very important role in the weather analysis. The satellite meteorology contributes efficiently to the realization of FGGE. The paper gives a brief account of the development carried out in the satellite observation techniques during the last almost twenty years.

*

Közel két évtizede, hogy felbocsátották az első meteorológiai műholdat. A meteorológus nagy reményekkel tekinthetett az új megfigyelő eszköz felé. Az időjárás-előrejelzés legfőbb problémáinak a megoldását várhatta: a megfigyelések földi méretű kiterjesztését, területi és időbeli folyamatos-ságuknak biztosítását.

Az új megfigyelési technika beváltotta a hozzá fűzött reményeket. A műholdakkal szerzett adatok az időjárás előrejelzésének és kutatásának nélkülözhetetlen elemeivé váltak. A műholdas adatszolgáltatás terén végbement hatalmas fejlődés egy új tudományágnak, a műholdmeteorológiának a kibontakozására vezetett.

Az első, még kísérleti jellegű meteorológiai műholdsorozat a *Tiros* volt. E holdak a felhőtakaróról televíziós képeket szolgáltatottak és különböző sugárzásméréseket végeztek. A megfigyelési adatokon azonban még több szempontból kiütközött a

technikai megoldások kísérleti, olykor kezdetleges jellege. Megfigyelő rendszerének irányítottága térben nem változott, így a műszerek a pályának csupán mintegy harmadrészen irányultak Föld felé. A képek nagyrésze tehát ferdeszögéből készült, sok esetben pedig a horizont is megjelent. A jobbára 48-, 58 fokú pályahajlás miatt a megfigyelések a magas szélességekre már nem terjedtek ki. A 700–800 km magas műholdpálya ellenére a képmező jelentős részén a felbontóképesség túlságosan nagy értéket vett fel. A műhold forgómozgása miatt az egymásután 30 mp-ként készülő képek összeillesztése is nehézkes volt. Az információk a műholdon mágneses szalagra kerültek, majd a műholdirányító központ rádiós parancsára kisugárzódtak. Az ilyen adatátvitel-technika mellett a gyakorlati felhasználásra érdemesült felhőképek is csak a felbocsátó ország számára nyújtottak közvetlen hasznot. Más szolgálatokhoz a képek legfeljebb leegyszerűsített, kianalizált formában, mint nefanalízis-térkép nagy időkésséssel géptávirón, majd fakszimilén jutottak el.

Mindezen problémák ellenére a műholdas adatok sejtetni engedték azt a hatalmas perspektívát, ami rajtuk keresztül nyílik az időjárás előrejelzése és kutatása előtt. A hagyományos, elszórt, több szempontból szubjektív felhőészlelésekkel szemben a műholdak révén mindjárt a felhőzeti mező megfigyelése vált lehetővé. Kiderült, hogy az időjárás-előrejelzéshez jól meghatározott felhőrendszerek tartoznak. Így pusztán a felhőkép alapján tájékozódhatunk az időjárás helyzetről. Ezek után érthető, hogy a felhőképek elsősorban az előrejelző szolgálatok érdeklődését keltették fel. Ahhoz azonban, hogy a felhőképek az egész meteorológiai szolgálat számára teljes értékű felhasználásra kerüljenek, más adatátviteli rendszere volt szükség. Ennek érdekében már 1963-ban (*Tiros-8*) kidolgoztak olyan rendszert, amelynek

keretében a televíziós felvételek a kép készítésével egyidejűleg kisugárzásra kerülnek. Ezt a technikai megoldást automatikus képtovábbító rendszernek (APT) nevezték el. Az új megoldás lehetővé teszi mindahoz képeznek a levételét, amelyek a műholdnak a vételi tartományon belüli tartózkodása alatt (elvileg, amíg a műhold a horizont fölött van) készülnek.

1964-ben pályára került egy új műhold-sorozat, a *Nimbus* első tagja, amelynek elsősorban kutatási és fejlesztési funkciókat szántak. Sikerült megoldani a televíziós kamerák állandó földfelszínre merőleges irányítottságát. A kvázipoláris, pálya következtében már a sarki területek felhőviszonyai is a meteorológus ellenőrzése alá kerültek. Az egyúttal napszinkron pálya lehetővé tette, hogy a felhőképek az egész Földre nagyjából azonos helyi időben készüljenek. Megoldották az éjszakai felhőtakaró feltérképezését az infravörös tartományban működő letapogatásos rendszerű sugárázmérővel.

A 60-as évek közepére megérlelődött a helyzet az első folyamatosan működő korszerű operatív műholdrendszer fellövésére. Erre volt hivatott az ESSA-sorozat. A sorozat páratlan holdjai felhőképeket készítettek, sugárázsméréseket végeztek, de az adatokat csak a műholdirányító központ volt képes lehívni, így főleg kutatási célokat szolgáltak. A sorozat páros számmal jelölt tagjai ezzel szemben APT rendszerrel dolgoztak. A kvázipoláris, napszinkron pálya révén elérték az észlelések globalitását. A műhold pálya magasságát 1500 km-nek választották. Egy-egy kép mintegy 3000×3000 km² területet ölelt fel. A televíziós kamera felbontóképessége a műholdalatti pontban 3,5 km volt, a képek szélén viszont 7 km-re növekedett. A képzést úgy vették föl, hogy az egymásutáni (közel 5°-ként készülő) képek között 30%-os átfedés legyen. Az egymás melletti pályákon készült képek az egyenlítőn érintették egymást, így a magasabb szélességek felé egyre nagyobb átfedés lépett föl. A műhold kocsikerék módjára gurult végig pályáján és a képvételt úgy programozták, hogy az mindig akkor történjék, amikor a televíziós kamera a földfelszínre éppen merőlegesen irányul. Az új operatív műholdrendszer első két tagjának felbocsátására 1966 februárjában került sor.

A magyar meteorológiai szolgálat átértékelte a műholdképek jelentőségét, hamarosan hozzálátott önálló APT vevőállomás kiépítéséhez. Az állomás már 1967 végére elkészült és megindulhatott az akkor APT rendszerrel működő *Nimbus-2* és *ESSA-4* műholdak televíziós felvételeinek vétele. Ennek nyomán a felhőképek közvetlen alkalmazást nyertek a hazai időjárás előre-

jelző szolgálatban. Másrészt az új információra támaszkodva az időjárás folyamatok eddiginél behatódott kutatása kezdődhetett meg.

Az ESSA műholdak közel egy évtizeden keresztül ontották a felhőképeket. Működésük tartama alatt a meteorológiai szolgálatok jelentős része közvetlenül megismerkedett az újfajta felhőadatokat nyújtotta lehetőségekkel. Műholdvevő állomásunk 1968–76 között több mint 10 000 felvételt fogott fel.

Az ESSA sorozat megindulásával közel egyidőben a Szovjetunióban is megjelentek az első meteorológiai rendeltetésű műholdak, amelyeket kezdetben a *Kozmosz*-sorozat keretében lőttek fel. Ezek a holdak mindjárt korszerű megoldást képviseltek. A megfigyelő elemek (televíziós kamera, sugárázmérő) a földfelszínre merőlegesen irányultak. A televíziós kamerák egyidejűleg 1000 km széles terület leképezését végezték el, 650 km körüli magassággal mintegy 1 km-es felbontással. A televíziós kamerák mellett infravörös leképező rendszert is működtettek 15 km-es felbontással. Jelentős szerepet töltöttek be a sugárázmérő műszerek, amelyeket a Föld-légkör rendszer rövid- és hosszúhullámú komponensének mérésére (0,3–3 μ , 3–30 μ), illetve a vízgőzablakban (8–12 μ) távozó infravörös sugárzás mérésére állítottak fel a műholdon. A meteorológiai holdak fokozott jelentőségét jelzi a szovjet űrutasításban, hogy 1969-től már önálló, *Meteor* elnevezésű sorozatot indítottak meg, az előzőkhöz hasonló funkcióval, de tökéletesített műszerezettséggel. A pálya magasságát 900 km-re emelték, a *Meteor* 10-t APT sugárzásra is alkalmassá tették. Napjainkig 25 ilyen típusú *Meteor* hold került pályára. Az adatokat Moszkvában, Novoszibirszkben és Habarovszkban veszik.

Közben az űrtechnikában végbement fejlődés megteremtette az alapokat az új meteorológiai megfigyelések kifejlesztésére.

Az Egyesült Államok meteorológiai műholdrendszerében az ITOS (1970) majd a NOAA holdak (1970) jelezték az új adatszolgáltatási rendszer megjelenését. E holdak az előzőkhöz képest merőben új konstrukciót képviseltek. A leképező rendszerben a NOAA 2-től (1972) új megoldással álltak elő, a letapogatásos sugárzási képekkel. Ennél a megoldásnál a kép úgy készül, hogy a sugárázmérő a pályára merőlegesen sorosan letapogatja a földfelszín és a letapogatások tovahaladását, tehát tulajdonképpen a sorok képpé történő összeállítását a műhold mozgása hozza létre. Lehetővé tették a látható és az infravörös tartományban, a korábbi APT képekkel egyenértékű felbontással készülő képek egyidejű közvetlen vételét. Emellett képi-

tettek még az előzőhöz hasonló, kétesatornás, de annál lényegesen jobb felbontású (900 m) leképző rendszert. Ezek a felhőképek szintén folyamatos kisugárzásra kerülnek. A megnövekedett információ mennyiség zavarmentes továbbításához 1,7 GHz-s adatátviteli frekvenciára és lézeres fotoregisztálóra tértek át. A vétel azonban természetszerűleg új, a korábbinál lényegesen költségesebb vevőberendezés felállítását teszi szükségessé.

A televíziós rendszerrel szemben a két csatornán érkező képek lényegesen több információt tartalmaznak a felhőzetről. Az infravörös adatokon keresztül lehetőség van a felhőtető hőmérsékletének és közvetlen magasságának a meghatározására is. Ezáltal tehát a felhőzet horizontális eloszlása mellett nagy biztonsággal a felhőzet vertikális fejlettségét is becsülni tudjuk. Nem szükséges különösebben hangsúlyozni, hogy ennek a ténynek milyen nagy jelentősége van, éppen a csapadékot adó felhőrendszerek felkutatásában. A sugárzási képeknek további előnye a földrajzi azonosítás egyszerűbb voltában rejlik.

Az Országos Meteorológiai Szolgálatban 1976. óta veszik rendszeresen a NOAA holdak által továbbított sugárzási képeket. A téli félévben az infravörös, a nyári félévben a látható tartományban készülő képeket használjuk fel.

Új, közvetlen adatszolgáltatást jelent a NOAA 2-n kiépített függőleges hőmérsékleti profil kimérő műszer. E mérési metódika már nem volt új, hiszen a Nimbus-3, 4 holdakon (1969–70) már sikeresen kipróbálták. A mérés lényegében a széndioxid elnyelési sávjában folytatott sugárzásmérések sorozatából áll. Mivel a széndioxid mennyisége nagy magasságig (homoszféra) állandónak vehető, a különböző hullámhosszokon mért sugárzási energia különböző magasságú légréteg hőmérséklet viszonyaira jellemző. A sugárzási értékek bonyolult matematikai szintézise végül a függőleges profilt eredményezi. Egy-egy hőmérsékleti profil mintegy 600×600 km-es területre jellemző, pontossága $1-2^\circ\text{C}$. Jelentősége elsősorban a tenger borította területeken van, ahol a rádiószonda mérések nagyon ritkák. 64 adatból állítják elő a tiszta sugárzási adatokat, amelyek mentesek a felhőzet zavaró hatásától. Ezeknek az adatoknak a vétele újabb technikai apparátust igényel (vevőberendezés, számítógép), ami viszonylag még kevés helyen áll rendelkezésre. Az óceáni területekre vonatkozó hőmérsékleti adatokat számjegyes távirati formában a telexcsatornákon is eljuttatják az érdekelt meteorológiai szolgálatokhoz.

A NOAA műholdsorozatot alkalmassá tették különböző energiatarományokban

a Napból érkező proton- és elektronáramok mérésére. Ezeket a műhold profilmérési adatokkal együtt továbbítja. Ez a műhold-rendszer jelenleg is üzemel, pillanatnyilag a NOAA-4 és -5 műholdak révén.

A Szovjetunióban a Meteor elnevezésű meteorológiai műhold-rendszer fejlesztése két irányban történik: 1) javított Meteor holdakkal (II-vel jelzett széria) és 2) kísérleti jellegű műholdakkal.

1) A továbbfejlesztett típusú holdak napjában kétszer (00 és 12 GMT időben) felhőképeket készítenek kísérleti jelleggel vertikális hőmérsékleti profilmerést végeznek, továbbá méri a Föld légkörébe érkező energia részecskéket. Ezideig két ilyen holdat bocsátottak fel. A sorozat évente 1–2 újabb holddal folytatódik, legalább 1985-ig. Háromféle felhőkép készül: a) $0,5-0,7\mu$ tartományból letapogató sugárzási kép mintegy 2600 km-es széles sávról, 2 km-es felbontással; ezt a műhold APT-szerűen kisugározza; b) televízió-rendszerű kép 2200 km-es széles területről, 1 km-es felbontással és c) infravörös kép 2600 km-es sávról, 8 km-es felbontással.

2) A kísérleti holdak (Meteor 18, 25, 28) korábban 900 km kvázipoláris, újabban 600 km magas és napszinkron pályára kerülnek. A leképezés négycsatornás ($0,5-0,6\mu$, $0,6-0,7\mu$, $0,7-0,8\mu$, $0,8-1,1\mu$) letapogató mérőműszerrel történik 1800 km széles területről 600 m-es felbontással. Ezen felül elhelyeztek a műholdon olyan berendezést is, amely 250 m-es felbontást nyújt, két csatornán ($0,5-0,7\mu$ és $0,7-1,1\mu$ között). A sokréttű sugárzásmérés közül csak néhányat emelünk ki. Háromcsatornás mikrohullámú sugárzásmérőt működtetnek $0,8$, $1,35$ és $8,5$ cm-en. Ezek a mérések különösen a csapadékos területek földrierítésében és intenzitásuk megállapításában nyújtanak segítséget. Méri az energiárészecskéket a $0,3-30$ keV tartományban. A képek egyrésze APT kisugárzásra kerül.

Az Egyesült Államok a Nimbus holdakon folytatja a megfigyelési technikák kipróbálását. Hosszú lenne a kísérletek sokaságának a felsorolása. Mindössze az 1978 végén felbocsátásra kerülő *Nimbus 6* mérési programjának néhány igen érdekes elemét emeljük ki. Letapogató multi-spektrális sugárzásmérője van, a tengerhullámzás, a felhők víztartalmának, csapadékhullásnak, talajnedvességnek, hóborítottságnak a meghatározására. Külön műszer végzi majd a sztratoszféra és a mezoszféra hőmérsékleti szondázását $15-100$ km között és méri a nyomgázok mennyiségét. A sztratoszféri aeroszol mennyiségét a napsugárzás 1μ -os extinkciója alapján kívánják kimérni.

Az eddig említett holdak kvázipoláris pályán keringenek, biztosítva a megfigyelések globalitását és ugyanarról a területről napi egy, illetve az infravörös leképezési technika jóvoltából két észlelést végeznek. A meteorológiai műholdak másik nagy családja a geoszinkron holdak, amelyek lehetőséget nyújtanak arra – mivel a földgolyónak mindig ugyanazt a részét „látják” –, hogy legalább az alacsony szélességekről (mintegy 50° -ig), időben szinte folyamatos megfigyeléseket szolgáltatassanak.

Az első kísérleti jellegű geoszinkron meteorológiai mesterséges hold, az ATS 1, már 1966-ban felbocsátásra került a Csendes-óceán fölé, majd egy év múlva az ATS – 3 Dél-Amerika fölé.

Mindkét holdat alkalmassá tették a felhőtakaró megfigyelésére, sőt az ATS 3-nál már szűrők beiktatásával elérték, hogy színes képet kapjanak. A képkészítést olyan módon oldották meg, hogy a hold az egyenlítő síkjára merőleges tengely körül forog, egy-egy körülfordulás alatt egy soros letapogatást végezve. A folyamatos letapogatás érdekében minden körülfordulás után a műszer kissé meghajlik. Egy teljes kép 25 perc alatt készült el (percenként a hold 100-at fordult) és 2500 sorból állt. A felbontás mértéke a nadirpontban 4 km volt.

Mindkét holdon kiépítettek olyan rendszert (WEFAX), amely alkalmas a Földről a műholdra fellőtt meteorológiai információk (térképek, adatok) szétsugárzására. Ezek az adások a műholdtól számítva mintegy 75° -os főkörvén távolságra még vehetők. 1968 és 1969 folyamán az ATS 3 egyideig az Amazonas torkolata fölött állt (47° W). Ez a pozíciója lehetővé tette, hogy a WEFAX adásokat Budapesten is vegyüek.

Az ATS 3-mal adatgyűjtési és mérőobjektum (automata állomások) bemérési kísérleteket is hajtottak végre. Az automata állomások a műhold közvetítésével kapták meg a rádiós parancsot mérési adataik kisugárzására. A helymeghatározás a mérőállomásaiktól irányadó jeleinek fázisösszehasonlítása alapján történt.

A geoszinkron holdak jelentősége rendkívül nagymértékben megnőtt. A GARP világméretű kísérlet periódusa idején (1979 folyamán), 5 geoszinkron holdat kívánnak működtetni, ebből 4 máris pályára került.

Az ATS sorozatot – mint már önálló operatív meteorológiai geoszinkron család – a GOES-sorozat váltotta fel; első két prototípusa az SMS elnevezést kapta. Napjainkig már 4 került belőlük pályára. Az idén további egy ilyen hold felbocsátása várható. A holdakat a 75° W és a 135° W meridiánok fölött helyezik el. A képpalkotás az ATS holdaknál már jól bevált módon a

látható és az infravörös tartományban történik 1, illetve 7 km-es felbontással. Ez a finom felbontás lehetővé teszi, hogy a felhőzet mozgása alapján a szélvektorokat analizáljuk. Felvették a holdak mérési programjába az energiarészcsekkék, a mágneses mező és a Nap röntgensugárzásának ($0,5-3^\circ$ A° és $1-8^\circ$ A° között) mérését. Foglalkoznak olyan tervekkel, hogy a vertikális hőmérsékleti szondázást is bevezessék (1980-tól). Képesé tették e holdakat adatgyűjtésre (esőmérők, bóják, folyók vízszintje, szeizmométerek, dagályjelzők stb.). A mérési adatok adása többféle módon történhet: 1) meghatározott időközönként, 2) műholdról érkező parancsra, 3) veszély jelzés esetén. Az adatok kisugárzása, beleértve a WEFAX programot, 1700 MHz-en, míg az adatlehívás 400 MHz-n történik.

A GOES holdak mellett hasonló rendelkezéssel felbocsátották (1977 november) a nyugat-európai űrutasítási szervezet (ESA) műholdját, a *Meteosat*-ot és Japán holdját, a GMS-t (1977 július) a 0° , illetve a 140° E meridián fölé. Jövőre várható a Szovjetunió geoszinkron holdjának, a GOMS-nak a fellövése a 70° E fölé.

A *Meteosat*-on felhőképek előállítására végett két, a látható és a közeli infravörös, és egy, a távoli infravörös tartományban, továbbá egy, a vizsgolt elnyelési sávokban érzékelő sugárzásmérőt helyeztek el. A látható kép 5000, az infravörös kép 2500 sorból áll, a műhold alatti pontban $2,5$, illetve 5 km-es felbontással. Sugárzásmérőket helyeztek el a Föld-légkör rendszer sugárzásmérlegének a mérésére. Automata állomások méréseinek összegyűjtésére 66 telekommunikációs csatorna áll rendelkezésre. Ezek felét regionális célra, pl. az Alpokban felállított hidrometeorológiai állomások, másik felét a GARP keretében bevezetett, főleg a mozgó objektumok méréseinek összegyűjtésére tartják fenn. A *Meteosat* központját Darmstadtban (NSZK) állították fel. Az adattovábbítás digitális és analóg jelleg formájában történik, az utóbbiak bizonyos műszaki átalakítással a hagyományos APT állomások részéről is vehetőek.

Az adások vétele az európai meteorológiai szolgálatok – köztük a magyar szolgálat – szempontjából is jelentőségteljes. Ennek érdekében megkezdődött az OMSZ APT állomásának megfelelő átalakítása a *Meteosat* WEFAX adások vételére.

A már működő műhold-sorozatokat áttekintése után ejtsünk néhány szót a közeljövőben várható újabb műholdakról. Ezek között mindenképp a *Tiros N* sorozatot kell megemlítenünk, amelynek első tagját már ez év májusában lövik fel. A rendszert 8 éven át kívánják működtetni. A műhold-

pálya magasságát 830 km-re csökkentik, egyidejűleg két holdat működtetnek majd kvázipoláris napszinkron pályán, felszálló csomó idejéül 7,30 és 15,30-as helyi időt választva.

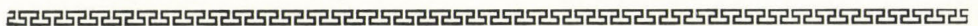
A műhold műszerezettsége a következő lesz:

1. Hőmérsékleti szondázó rendszer: *a)* a Nimbus holdakon kifejlesztett 20 csatornás műszer (20 km-es felbontással); *b)* háromcsatornás sztratoszféra szondázó egység; *c)* négycsatornás mikrohullámú műszer (az 5,5 mm-es oxigén elnyelési sávban) 15 km-es felbontással. A mérésektől a hőmérsékleti profilt 1–1,5°-os pontossággal 1 mb-ig várhatjuk, emellett a nedvességet három szintben és a teljes ózontartalmat.

2. Négycsatornás letapogatásos leképező rendszer *a)* 0,5–0,9 μ látható tartományban, *b)* 0,73–1,0 μ közeli infravörös tartományban, *c)* 10,5–11,5 μ távoli infravörös tartományban, *d)* 3,6–4,1 μ -os vízgőzablakban. Az APT szolgáltatás két, változtatható csatornára terjed ki, 4 km-es felbontással. Emellett folyamatosan közvetlenül vehetők 1 km-es felbontású képek is. A kétféle kép egyazon rendszerrel készül. Az eltérés onnan adódik, hogy az APT állomások számára kisugárzás előtt a képjelek különböző mértékű átlagolása megy végbe.

3. Nap-proton és elektronfluxus mérése.

4. Adatgyűjtő rendszer, napi 4000 adat összegyűjtését teszi lehetővé.



E számunkból az IRODALOM rovat anyagtorlódás folytán kimaradt

A METEOROLÓGIA AZ EMBERISÉG JÖVŐJÉNEK SZOLGÁLATÁBAN — A XVIII. Meteorológiai Világnap —

A Magyar Meteorológiai Társaságnak már hagyományai közé tartozik a meteorológiai világnapok alkalmával évenként megrendezett ünnepi ülés. A XVIII. Meteorológiai Világnapon, 1978. március 23-án a Társaság Ankerközi székházában gyűlt össze, hogy megemlékezzen a világ meteorológusainak napjáról, amelynek ezidei vezérgondolata — a Meteorológiai Világszervezet ajánlására — a meteorológia az emberiség jövőjének szolgálatában volt. Erről a témáról *Béll Béla* az MTA levelező tagja, a Társaság elnöke tartotta meg az alábbi előadást:

„A Meteorológiai Világszervezet (WMO) 1950. március 23-án vette át a stafétabotot elődjétől, az 1873-ban létesült Nemzetközi Meteorológiai Szervezettől (IMO). Azóta, immáron 28 éve egyre gyorsabban fut a WMO ezzel a stafétabotjal; vajon milyen cél felé?

1961 óta, az első 10 év elmúltával a világ meteorológusai minden évben március 23-án megünneplik a WMO születésnapját. Ezekon, az ún. meteorológiai világnapokon egy-egy aktuális témáról esik szó minden ország meteorológiai központjaiban. A WMO-tól sugallt témák elárulják azt a célt, amely felé az *Organizáció* a szervezett meteorológia aktív tevékenységét tereli s amelyet maga a meteorológiai kutatás és tudomány is szolgál. Ilyen témák voltak pl. az elmúlt 17 évben:

*A meteorológia és a mezőgazdaság,
A légkör mint emberi környezet,
A meteorológia és az élelmiszertermelés.*

Úgy gondolom, egyetérthetünk abban, hogy az a cél, amely felé a Meteorológiai Világszervezet a meteorológusok aktivitását irányítja s amely felé az említett stafétabotot egyre sebesebben maga is viszi, az emberi társadalom fejlődésének, jólétének, egészségének, kiegyensúlyozott jövőjének szolgálata a meteorológia tudományának eszközeivel.

A meteorológiai világnapok ebben a versenyfutásban az irányjelző táblák, vagy mezsgye-

karók — ahogyan jobban tetszik —, de mindenképpen tilalomfák a kutatást az elkalandozástól megóvandó.

1. A meteorológiai kutatás társadalmi jelentősége

Kérdés, valóban versenyfutáshoz hasonlíthatjuk-e korunk meteorológiájának illetén fejlődését?

Mihelyt a tudományos kutatás elfoglalta megillető helyét a társadalom-fejlesztés feladatkörében, a megvalósítás *versenyfeladattá* vált — sajátságos időigénnyel. A fejlődő társadalom — s ebben a fogalomban bennefoglalatik a gazdasági élet, a szociális életforma, a kultúra és a civilizáció, a közegészségügy fejlődése —, egyre inkább növekvő igényekkel, elvárásokkal fordul a különböző tudományterületekhez. Ezek az igények nem csak mennyiségükben, hanem minőségükben is gyorsuló tendenciát mutatnak, éppen a fejlődés velejárójaként.

A tervszerű, nagyüzemi mezőgazdaság pl. minden munkafázisában függ a környezeti tényezőktől, köztük az időjárás kedvező és kedvezőtlen hatásaitól. Minél fejlettebb az alkalmazott agrotechnika, annál differenciáltabb a fajtakiválasztás, merészebb a növény-nemesítés, fejlettebb a mesterséges tápanyag-ellátás, általában minél intenzívebb a terméseredmények növelésére irányuló agrártevékenység, annál inkább sokasodnak és minőségükben is magasabb szinten jutnak kifejezésre az időjárásban, az éghajlatban rejlő természeti erőforrások felismerésére és hasznosítására vonatkozó törekvések. Ugyanez elmondható a társadalmi igények minden területére, azaz a fejlődő társadalom elvárásai a tudományos kutatással szemben az időben gyorsulva exponenciális jelleggel nőnek.

Ezzel a gyorsuló igénnyel kell versenyt futnia a tudományos kutatásnak, s ha ebben a versenyben lemarad, a későn jött segítségről a fejlődésben már előbbre lépett társadalom

lemond s ítélete elmarasztaló lesz. Elfogadhatjuk azt a tapasztalati megállapítást, amely szerint *korunk tudományos kutatását, így a meteorológiai kutatásokat is, a társadalmi igények motiválják s a kutatás időigénye miatt a kutatástervezésnek ezeket az igényeket jól előre — a természettudományokban a tapasztalat szerint 5–10 év távlatában — jól kell ismernie.*

2. A jövőkutatás és a meteorológia

Íme, eljutottunk a XVIII. Meteorológiai Világnap vezérgondolatához: »Mi a feladata most a meteorológiának az emberiség jövőjének szolgálatában?»

Természetesen ehhez tudnunk kell, hogy mit vár a társadalom a jövőben a meteorológia tudományától. Erre a kérdésre azonban még egyetlen ország viszonylatában sem könnyű feleletet kapni. Világgazdasági prognózis készítése pedig még inkább meghaladja egy szaktudomány lehetőségeit, még akkor is, ha felbátorít erre egy bizonyos Michael Jungblut szellemes megállapítása: »Ha valaki 200 évre előre találgat, annak nem kell tartania attól, hogy még életében megeafólják«.

A jövőkutatás rendkívül gazdag irodalmából (Római Klub jelentései, világgazdasági kutatóintézetek prognózisai) mi meteorológusok arra bizonyon következtethetünk, hogy a távoli jövőben

a) a megszorodott emberiség élelmiszer-gondjai,

b) a növekvő energiahiány és

c) az emberközpontú környezetvédelem

jelentik a legfontosabb, meteorológiai vonatkozásban is figyelemreméltó és megoldandó feladatokat. Ezért egyre inkább előtérbe fog kerülni a meteorológia tématarából:

a) az agrometeorológia,

b) az időjárási, éghajlati erőforrások feltárása és

c) az egészséges levegőkészlet biztosítása, ellenőrzése.

Miután ezek a feladatok összefüggnek más természet- és társadalomtudományokkal, a *jövő kutatási formája a komplex, csoportos-jellegű, célra irányított fejlesztési kutatás lesz, úgy érzem, nem csak a meteorológia területén. A régen jórészt spontán kutatási elgondolásokat jelentékeny arányban komplex célprogramok váltják fel, s ezek átfogóbb, a társadalom fejlődését messzemenően figyelembevevő távlati tudományos kutatási tervekhez illeszkednek. Hazai tekintetben ennek az útnak, azaz a tudománytervezés fölfelé vezető, ezért nehéz versenyfutásának irányjelző táblái a tudománypolitikai irányelvek és az Országos Távlati Tudományos Kutatási Tervek.*

3. A meteorológia tudományának alapvető feladatai az emberiség jövőjének szolgálatában

Ha egyetértünk abban, hogy korunk tudományos kutatását a társadalmi elvárások motiválják, azt gondolom, egyetérthetünk abban is, hogy minden szaktudomány el nem hanyagolható kötelessége emellett annak biztosítása, hogy saját kutatóbázisának személyi és technikai fejlesztésével képes legyen ezeknek, a sokszor előre nem látott társadalmi elvárásoknak kielégítésére. Emiatt a többször emlegetett versenyfutás közben a nemzetközi porondra is figyelniünk kell, mégpedig lehetőleg a távolabb látó szemünkkel.

A határokon túli, széles látókörre a meteorológia terén különösen nagy szükség van, mint-hogy a *társadalom igényei a különböző meteorológiai szolgáltatások sokaságát végső soron az időjárás előrejelzésének (a prognózisnak) és az éghajlat stabilitásának alapvető kérdései körül rendezik. Ez pedig kizárólag nemzetközi szinten megközelíthető feladat éppen a légköri folyamatok globális, de legalább is hemiszférikus méretei, extraterresztrikus kiváltó (trigger)-effektusai miatt. Ez a nagytérségre kiterjedő információs igény hívta életre 100 évvel ezelőtt a meteorológiai nemzetközi szervezetét, majd a nemzetközi poláris elveket, a nemzetközi geofizikai évet, a nyugodt Nap évét és napjaink globális légkörkutató programjának (GARP) terveit.*

4. A WMO kezdeményezése és tudományos tervei az emberiség jövőjének szolgálatában

Úgy gondolom, a Meteorológiai Világszervezet állásfoglalásaival összhangban vagyunk, amikor eljutottunk a meteorológia fundamentális problémáihoz: az *időjárás előrejelzésének és az éghajlatváltozásoknak kérdéséhez. Mindkettő érdekében jobban meg kell ismernünk a földi atmoszférát, hogy megérthessük globális folyamatait. Enélkül — a légkör egysége miatt — sem az időjárás regionális vagy lokális előrejelzése, sem az éghajlat kutatása nem lehetséges.*

A fundamentális feladat két követelményt rejt magában. Kielégítésük a meteorológia tudományának 100 éves gondja. Ezek:

a) Az egész Földre kiterjedő ún. globális észlelő hálózatból, különböző magassági szinteken pontos észlelési adatokat kell kapnunk a levegő nyomásáról, hőmérsékletéről, nedves-ségéről, mozgásáról elég sűrű tér- és időbeli megoszlásban, az észleléseket követő nagyon rövid időn belül.

Jelenleg a globális hálózatban jelentékeny fehér foltok vannak az óceánokon, a trópusi övben, a poláris térségekben. Éppen ott, ahol az óceán-légkör kölcsönhatások kutatása miatt, továbbá az energia forrás- és nyelőterületeinek ellenőrzése miatt a legnagyobb szükség lenne

információra. Az észlelések időbeli sűrűsége sem teljesen kielégítő.

b) Meg kell oldani a jövőben gyorsan szaporodó, de már ma is óriási adatanyagok gyors feldolgozását. A »rövid és a «rövid időn belül» kifejezéseket a prognózis gyakorlati felhasználása szó szerint értelmezi.

Az első feladatban az »elég sűrű« globális észlelőhálózat megszervezése célra irányított elméleti megfogalmazást kíván. Megvalósítása »matematikai forradalom a meteorológiában« címszó alatt kapott helyet a meteorológia történetében. Ismeretes, hogy 60 évvel ezelőtt az angol Richardson megkísérelte az időjárás objektív előrejelzését jól ismert fizikai törvények matematikai formuláinak felhasználásával. Abban az időben ez a feladat tudományos fikciónak tűnt, mivel kb. 2000 meteorológiai állomás roppant adathalmazának egyszerű számológépekkel történő feldolgozását és ehhez mintegy 60 000 matematikus éjjel-nappali munkáját kívánta volna. Negyedszázaddal később a magyar származású amerikai Neumann János már elektronikus számítógépek alkalmazását javasolhatta az időjárás helyzet analizésére és prognózisára. Ezzel megszületett az időjárás numerikus előrejelzése.

Együttal elfogadottá vált az az elgondolás, amely szerint a légköri jelenségek a maguk láncfolyamataival, a Föld-légkör rendszer fölfelé nyitottságával, belső visszacsatolási mechanizmusával csak bizonyos valószínűségi szinten közelíthetők meg szimulációs matematikai-fizikai modellekkel. Ezzel az előrejelzés témakörébe — mint megközelítendő végső határ — bekerült az objektív »előrejelezhetőség« kérdése. Egyszerűen szólva, a tudomány bőség-szarujából nem lehet kivenni azt, ami nincs benne.

A másik fejezetem a meteorológiai történetének nagyjából ugyanezen korából (50-es évek) való s így hangzik: »A technikai forradalom térhódítása a meteorológiában«. Elegendő, ha a műholdakat, napjaink űrhajóit, űrállomásait, általában az űrkatatást, a radartechnikát, az automatizálást, főként pedig a nagysebességű számítógépeket emlitem részletezésük nélkül.

A svéd Pettersen szavaival: »Korunkban lehetővé vált a teljes földi atmoszféra állandó ellenőrzése és az óriási adathalmaz szinte azonnali (*real time*) feldolgozása«. Hozzátehetjük: megnyílt a lehetőség a földi légkört kívülről érő, extraterresztrikus hatások észlelésére és számbavételére is.

A nagy távlatokat megnyitó lehetőségeket felhasználandó a Meteorológiai Világszervezet az ENSZ 1961. évi határozatával megerősítve létrehozta az Időjárás Világszolgálatot (WWW) és a Tudományos Uniók Nemzetközi Tanácsával (ICSU) együttműködve megkezdte napjainkat a távoli jövőre is kiható globális légkörkutató programjának (GARP) szervezését. Az elmúlt másfél évtized előkészítő munkája után ebben az évben 1978. december

31-én megkezdődnek a meteorológia eddigi történetében legnagyobb vállalkozásnak, az »Első GARP Globális Kísérlet«-nek (FGGE) operatív munkálatai. Ezeknek az a feladatuk, hogy egy éven át betöltsék a WWW világhálózatának azokat a fehér foltjait, amelyekről már megemlékeztünk, és amelyek állandó jellegű pótlása nagy költségigényük miatt egyelőre nem oldható meg. A kísérleti évben összegyűlt adatanyag segíti a GARP elméleti programjának megvalósítását, amely a valószínűségi légkört és folyamatait az eddigieknél tökéletesebben megközelítő szimulációs modell kifejlesztésére, végső soron a légköri folyamatok jobb megértésére irányul.

A kísérleti időszak során a WWW-rendszer összeépíti és a feldolgozó központokba továbbítja a világhálózat standardjelentéseit több mint 9000 szárazföldi állomásról, mintegy 1000 aerológiai (magaslégkörkutató) obszervatóriumból, egy helyben álló óceáni kutatóhajóról, kereskedelmi hajókról, repülőgépekről. A földi megfigyeléseket 5 geostacionárius, és számos kvázipoláris műhold információi egészítik ki a földfelszín és a tengervíz hőmérsékletéről, a troposzféra hőmérsékleti rétegzettségéről, a beérkező és távozó sugárzási energiáról, a hó- és jégtakaróról, a felhőzetről stb. Mindmennyi értékes, 20 évvel ezelőtt még csak álmainkban elképzelt adat a Föld-légkör-óceán-jégtakaró egységes rendszer belső kölcsönhatásainak, külső kényszereinek megismerésére.

A program a már említett okokból elsősorban a trópusi övre és a poláris térségekre irányul, de fontos szerep jut az óceánok és a légkör kölcsönhatásának is. Erre a célra az óceánok trópusi övében cca 50 hajóról 30 km fölé emelkedő műszeres léggömböket bocsátanak fel, repülőgépekről 10–12 km magasból ún. ejtett szondákat bocsátanak le a tropozféréba. A tervek között szerepel kb. 300 úszóléggömb (közel állandó magasságuk 14 km) és ugyanennyi, a tengeráramlatokkal úszó műszeres bója elindítása trópusi szigetekről. Adataikat pozícióikkal együtt műholdak közvetítik a feldolgozó központokba, ahol nagyteljesítményű számítógépek végzik a feldolgozás munkáját. A főprogramot számos, már folyamatba tett vagy befejezett alprogram egészíti ki. Ilyen az állandó antarktisi program, amelyben jelenleg az ötödik magyar meteorológus vesz részt szovjet délsarki állomáson. Ilyen volt az évi »delázsiái monszun-program« 2 magyar meteorológussal egy szovjet kutatóhajón, az Indiai-óceánon. Ilyen lesz a hegrendszernek áramlásmódosító hatását kutató alprogram, amelyet magyar kezdeményezésre iktattak a GARP tevékenységhez közeli szintre az Alpok és a Kárpátok térsége lesz.

Egyszóval óriási jelentőségű az az átgondolt, világméretű kísérlet, amelynek tanúi vagyunk, s amellyel végeredményben a világ meteorológiai szervezetében tömörült 147 ország az

emberiség jövőjének szolgálatában, a jobb szolgáltatás érdekében alapkészültségét, tudományos bázisát erősíti azzal a helyes elgondolással, hogy *biztos alap nélkül minden vár, ha falai még oly erősek is, csak légvár marad.*”

A nagy tetszéssel fogadott előadás az „Országos Meteorológiai Szolgálat” című színes film bemutatása követte, amely igen jól egészítette ki az ünnepi előadást.

Szakály J.

*

A METEOROLÓGIAI VILÁGSZERVEZET LÉG-KÖRTUDOMÁNYI BIZOTTSÁGÁNAK (WMO—CAS) VII. ÜLÉSE MANILÁBAN

A Fülöp-szigeti kormány meghívására 1978. február 27-től március 10-ig ülésezett Manilában a WMO Légekör tudományi Bizottsága (továbbiakban CAS). Az ülésen közel 50 ország mintegy 100 küldötte vett részt. Említésre méltó, hogy a delegációk fele fejlődő országokból érkezett. (Az előző ülésen — 1973-ban — arányuk 30% körül volt). Az MNK képviselőiben e sorok írója vett részt.

Az ülést A. Villeuille, a bizottság ideiglenes elnöke nyitotta meg, majd J. M. Crisol a vendéglátó ország hovédelmi miniszterének helyettese, D. A. Zajcev a WMO főtitkárának képviselője, és R. Kintanar a Fülöp-szigeti Légekör, Geofizikai és Csillagászati Szolgálat főigazgatója mondott beszédet.

A napirenden szereplő témák vitája két munkabizottságban zajlott, J. D. Stackpole (USA) és W. Böhme (NDK) elnöklétével. Beszámolóinkban az anyag rendkívüli gazdagsága miatt csak a leglényegesebb határozatokra, javaslatokra és jegyzőkönyvi megállapításokra térünk ki, a teljesség igénye nélkül.

1. *GARP*. A globális légkörkutató program előrehaladásáról szóló beszámolók után élénk vita alakult ki a CAS és a különböző GARP tanácskozó testületek kapcsolatáról, feladatairól, felelősségéről. A bizottság szükségesnek tartja a CAS aktivitásának fokozását a WMO minden fajta kutatási tevékenységének koordinálásában, így a GARP-pal kapcsolatos kutatási témákban is. Kívánatos, hogy a CAS elnöke hivatalból tagja legyen a GARP szervezőbizottságának.

2. *Numerikus előrejelzés*. A bizottság fontosnak tartja az előrejelzések kiinduló alapjául szolgáló megfigyelési adatok körének bővítését az új típusú mérési technikák (műholdas adatok, repülőgépes mérések stb.) szélesebb körű felhasználásával, az ehhez szükséges asszimilációs módszerek fejlesztésével. Nagyobb figyelmet kell szentelni a veszélyes időjárási jelenségek jobb előrejelzésének, a környezeti előrejelzés (4. pont) elméleti megalapozásának. A determinisztikus módszerek mellett jelentős szerep jut a kevert gépi-kézi előre-

jelzési technikáknak, valamint a valószínűségi előrejelzéseknek. Ez utóbbiak fejlesztésén terén elért események megvitatására 1979-ben szimpózium szervezését javasolja a bizottság.

3. *Hosszútávú előrejelzés*. Az egy hónapot meghaladó előrejelzések fejlesztésének nehézségei nyilvánvalóak. Ugyanakkor gazdasági jelentőségük felmérhetetlen. Éppen ezért e téma kiemelt fontosságú a WMO kutatási feladatlistán. A fejlesztés alapkövetelményei a következők: a) az általános légkörzés fizikájának és dinamikájának mélyebb ismerete; b) több és jobb adat elsősorban az óceánok fizikai tulajdonságairól; c) megfelelő statisztikai és fizikai módszerek kifejlesztése. Emellett a bizottság fontosnak tartja a megfelelő eljárások összegyűjtését és publikálását.

4. *Környezeti előrejelzés*. Ezzel viszonylag új fogalommal a WMO VII. kongresszusa foglalkozott először. Alapját a meteorológiai mérések és előrejelzések képezik, de tartalma és célja jóval szélesebb körű, magába foglalja a legfontosabb környezeti elemek (tengerjég, levegő- és vízminőség, stb.) előrejelzését. Elsőként a kanadai meteorológiai szolgálat bővítette előrejelzői tevékenységét ilyen irányban, s a bizottság állásfoglalásának kialakításában is jórészt ez a példa volt a meghatározó.

Nedvességtranszport Európa fölött. A WMO európai régiójának ülésén felvetett, s most a CAS elé is elkerült rendkívül ambiciózus kutatási terv megvalósításának — úgy látszik — még mindig nem érkezett el az ideje. Bár a bizottság örömmel csatlakozik a feladat megoldását sürgetők körébe, úgy érzi, hogy számos gyakorlati probléma akadályozná az azonnali végrehajtási kísérleteket.

Trópusi meteorológia. A Föld jelentős részét kitevő trópusi övezet időjárási folyamatainak kutatása iránt egyaránt nagy igény mutatkozik az általános légkörzés kutatói felől (ez vezetett a GATE-hoz), valamint a trópusi országok meteorológiai szolgálati felől. A CAS elnökének kezdeményezésére összeállított kutatási programot a WMO Végrehajtó Bizottsága 1977-ben elfogadta. E gazdag program egyes tételeit most a bizottság fontosságú sorrendbe rakta. Itt csak a főbb területeket soroljuk fel: trópusi ciklonok, monszunok, trópusi aszályok, a sivatagi és félsivatagi területek meteorológiája, trópusi háborgások.

Időjárás módosítás. Előrehaladott stádiumban van azoknak a területeknek a kijelölése (előreláthatólag Törökország, Spanyolország, Ausztrália, Algéria és Tunézia területén), ahol a WMO szellemi és anyagi támogatásával jól ellenőrzött csapadéknövelési kísérleteket folytatnának. Hasonló tervek vannak kialakulóban a jégeső-elhárítási kísérletek nemzetközi „mintaterületének” kijelölésére vonatkozóan. A sivatagi területeken elhelyezkedő fejlődő országok sürgetőleg javasolják a por- és homokviharok elleni aktív védelem lehetőség-

genek kutatását. Az időjárás-módosítás esetleges jogi vetületeivel kapcsolatban a bizottság úgy véli, hogy korai lenne már most különböző szabályozókat keresni, hiszen e kísérletek még túl ritkák és kimenetelük sem bizonyítható egyértelműen.

Légszennyeződés, levegőkémia. A légszennyeződés modellezésében jelentős előrehaladás történt az elmúlt években: sikeres kísérletek történtek az előrejelző- és a diffúziós modellek összekapcsolására. Megoldatlan probléma viszont egyelőre e modellek verifikációja. Igen fontos feladatként jelölte meg a Bizottság a troposzférikus ózon keletkezésének és lebomlásának vizsgálatát, különös tekintettel a városok által kibocsátott légszennyező anyagokkal való egymásrahatásban.

Légköri határreteg. Az elmúlt években különösen nagy figyelmet szenteltek a légkörkutatás eme bonyolult és ugyanakkor nagyon fontos ágának. Akár légköri, akár óceáni modellek kifejlesztéséről van szó, a határretegben lejátszódó folyamatok parametrizálása lehetetlen az ott lejátszódó fizikai folyamatok ismerete nélkül. Hasonlóképpen a mezoszinoptikus skálájú folyamatok modellezésénél, a környezeti előrejelzéseknél, a tengerlevegő egymásra hatásánál elengedhetetlen a határreteg folyamatainak figyelembevétele.

Ózonkutatás. A bizottság megállapította, hogy az ózonréteg emberi beavatkozás következtében lehetséges károsodásáról szóló WMO állásfoglalás hasznos volt, de az új kutatási eredmények fényében a jövőben némi átdolgozásra szorul. A teljes ózontartalom mérésére továbbra is a Dobson-féle spakrofotométereket tartja a legalkalmasabbnak. Igen nagy hiányosságok mutatkoznak térben és időben egyaránt az ózon vertikális eloszlásának mérésében, és továbbra sincs megoldva az UV-B sugárzás mérésére használt műszerek kalibrálása.

Magaslégkörkutatás. A bizottság fontosnak tartja a rádiószondás mérések pontosságának fokozását a sztratoszférában (sugárzási korrekció). Ugyancsak nagy jelentőséget tulajdonít a rakétás méréseknek, amelyeknek kiterjesztését nagyon igényelnék a felső sztratoszféra és mezoszféra kutatói. Javasolja, hogy a WMO aktívan vegyen részt az ICSU „Közép-légkör programja”-ban (MAP), melynek célja a 15 és 85 km magasságok közötti légréteg szerkezetének és energetikájának tanulmányozása. Remélhető, hogy e kutatások fényt fognak deríteni többek között a sztratoszférikus felmelegedésekre is, melyeknek pontos nyomkövetése, ill. annak megszervezése szintén a bizottság feladatkörébe tartozik.

Műholdmeteorológia. A bizottság három fontos kutatási feladatot emelt ki a műholdas mérések eredményesebb alkalmazása érdekében: a) közvetett hőmérséklet- és nedvességszondázás; b) a geostacionárius holdak segítségével meghatározott felhőmozgásokból szél-

adatok levezetése; c) tengerfelszínhőmérséklet és különböző éghajlati paraméterek meghatározása műholdas adatokból.

Éghajlatkutatás. Az elmúlt néhány év alatt az éghajlat, közelebbről az éghajlatváltozások kérdése a nemzetközi érdeklődés középpontjába került. A WMO éppen ezért szükségesnek látja, hogy széles körű kutatómunkát kezdémenyezzen e területen (Éghajlati világprogram — WCP). E programban a CAS előtt is komoly feladatok állnak: milyen hatást gyakorol az emberi tevékenység az éghajlatra, milyen következményei lehetnek a légköri széndioxid tartalom növekedésének, hogyan hat az éghajlatra a tengeri jégtakaró kiterjedésének változása, az ózontartalom csökkenése, stb.

Az éghajlatingadozások kérdésében a bizottság tartja magát ahhoz a WMO által 1978-ban közzétett állásfoglaláshoz, aminek megfogalmazásában aktívan részt is vett. Korainak tartja, hogy elkötelezze magát olyan elméleti modellkísérletek következtetései mellett, mint pl. a CO₂ növekedés miatt beálló jelentős felmelegedés, vagy mások. Mindazonáltal, rendkívül fontosnak tartja a légkör széndioxid tartalmának mérését és minden ezzel kapcsolatos kutatást.

Sugárzás. Az elmúlt években igen aktív együttműködés alakult ki a Szovjetunió és az Egyesült Államok között a légkör sugárzástartásának kutatásában; s jelentős nemzeti erőfeszítések is történtek, elsősorban a Szovjetunió részéről. Ennek nemzetközi kiterjesztését javasolja a CAS, olyan intézmények és testületek számára, amelyek megfelelő anyagi és szellemi kapacitással rendelkeznek.

Nap—Föld kölesönhatások. Bár a felsőlégrétegre vonatkozó mérések és előrejelzések (ionoszféra) jórészt meteorológiai szolgálatokban folynak, az ide vonatkozó kutatások koordinálását inkább az ICSU-hoz tartozó különböző testületek végzik, nem pedig a WMO. Most a WMO is elkötelezte magát, hogy megvizsgálja, van-e valamilyen ésszerű fizikai vagy statisztikai bizonyíték arra nézve, hogy a Napon végbemenő folyamatok tükröződnek a meteorológiai elemek változásában. A bizottság erre vonatkozóan egy sor javaslatot terjeszt az érdekelt szolgálatok és intézmények elé.

Adatszere és -feldolgozás kutatási célokra. A szükséges adatbázis megteremtését, a kezelőrendszer kidolgozását a CAS-nak és a CBS-nek együtt kell végrehajtania. Ugyancsak jelentős adatforrás lesz a GARP első globális kísérletének (FGGE) anyaga és a többi GARP kísérlet (MONEX, POLEX, stb.).

Nemzetközi meteorológiai szótár. Jó ütemben haladnak előre e fontos kiadvány új kiadásának munkálatai. A kéziratot 1979-ben a tagállamok véleményezésre megkapják, majd 1980 végére remélhetőleg a végleges forma is napvilágot lát.

Tudományos előadások. Az ülésszak során

W. L. Godson (Kanada) a WMO kutatási programjának jövőbeli perspektíváiról, F. G. Skuman (USA) a numerikus előrejelzések fejlődéséről. Ju. Sz. Szedunov (Szovjetunió) a jégesőelhárítási kísérletek tudományos és gyakorlati kérdéseiről, J. O. Fletcher (USA) az éghajlatingadozásokkal kapcsolatos kutatásairól és elgondolásairól tartott előadást.

Szervezeti kérdések. A közel tucatnyi munkacsoport és ugyanannyi rapportőr igen fontos szerepet játszik a CAS tevékenységében, hiszen főleg a munkacsoportüléseken keresztül az egyes szakterületeken elért eredmények összegezése, a munkacsoportok állítják össze a WMO Technical Note-ok jelentős részét, és számos nagy jelentőségű program kezdeményezői. Éppen ezért a Bizottság sajnálattal állapította meg, hogy a munkacsoportok folyamatos működésének anyagi feltételei nincsenek kellően biztosítva. Egy négy éves periódus alatt munkacsoportonként legfeljebb egy ülés megtartására van lehetőség.

A bizottság némi módosítással újraválasztotta a munkacsoportok tagjait és kijelölte az egyes szakterületek rapportőreit. Végül, szavazattöbbséggel újraválasztotta A. Villevieille-t (Franciaország) a CAS elnökeként, az alelnöki tiszteget három jelölt közül G. O. P. Obasi nyerte el.

Ambrózy P.

*

SCHULHOF ÖDÖN 1896—1978

A Schulhof név összeforrt a magyar orvostudománnyal, a balneológiával: a Milléneum évében született Schulhof Ödön apja is orvos volt, bátyja, Schulhof Vilmos pedig már fürdőorvosként vált országos hírűvé. Így nem csodálható, ha az ifjú diplomás orvos, Schulhof Ödön kezdetől a balneológiával foglalkozott s arra is hamar rájött, hogy a gyógyfürdőkben végzett eredményes kezelésben a gyógyvizen kívül jelentős szerepe van a környezeti tényezőknek, köztük az éghajlatnak és az időjárásnak. Törekedett is e környezeti tényezők alapos megismerésére. Kiterjedt hidrológiai, geológiai, orvosi földrajzi ismeretekre tett szert és a meteorológiának is avatott ismerője volt.

A rokontudományok megismerésén keresztül eljutott e tudományok hivatásos művelőinek személyes megismeréséig, a velük kötött barátságig. Igaz barátja lett sok meteorológusnak is, s éppen ezért nem volt nehéz dolga, amikor a Magyar Meteorológiai Társaság által 1951-ben rendezett első orvostemetológiai tanfolyam hallgatóiból lelkes szervezővel, mások segítségét is igénybe véve, életre hívta a társaság Orvostemetológiai szakosztályát. De helytállt akkor is, amikor a szakosztály első elnökeként sikerrel oldotta meg a nem könnyű feladatot: megteremtette a folyama-

tos, tartalmaz, a két határtudományt külön-külön is gyarapító szakosztályi élet feltételeit. Nem kevés érdeme volt abban, hogy a társaság jelentős számú szakmai résztvevővel megtartott vándorgyűlésein — különösen 1955—1970 között — nagy figyelmet keltő orvostemetológiai előadások hangzottak el, amelyeket mindig élénk, eredményes viták követték. Értékes egyesületi tevékenységét a Társaság 1971-ben a Steiner-érem adományozásával ismerte el.

Mindezt mint a Magyar Balneológiai Társaság oszlopos tagja, a felszabadulás után egyik újjászervezője és elnöke, a reá háruoló szintén nem kevés feladat sikeres megoldásával párhuzamosan végezte.

És mindez csak társadalmi tevékenysége volt. Élete munkásságának középpontjában a sok szenvedést okozó, igen sok, a természetben a legfontosabb helyeken dolgozó embernek a munkából való kiesését okozó reumatikus megbetegedéseknek a gyógyítása állt. Előbb kórházi orvosként, majd reuma-szakorvosként, végül az ORFI tudományos igazgatójaként — orvosi iskolát is teremtve — számos problémát vitt át társadalmi munkaterületére széleskörű, sokféle szakemberről összetevődő tudományos egyesületi vitaformákra.

1978. február 2-án bekövetkezett halála, annak ellenére, hogy az aktív munkából magas kora miatt már több évvel korábban kivált, éppen a szakmai és baráti kapcsolatok szét nem választható erős kötése miatt minden meteorológust, akik ismerték, váratlanul ért. Emlékét mindannyian szeretettel őrizzük.

Kéri M.

*

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG 46. RENDES KÖZGYŰLÉSE

A Magyar Meteorológiai Társaság fennállásának 53. évében, 1978. február 23-án a MTESZ Anker-közi székházában tartotta meg 46. rendes közgyűlését. A társaság szép számmal összegyűlt tagjait üdvözölve Béll Béla elnök nyitotta meg a közgyűlést. Megnyitójában a tudánypolitikai irányelvek végrehajtásában a társaságra váró feladatokról szólva rámutatott arra, hogy a tudományos-technikai forradalom kibontakoztatása hazánkban egyre inkább össztársadalmi ügygé válik, s ez a körülmény fokozott aktivitásra ösztönzi a MTESZ keretében tömörült egyesületeket, köztük a Meteorológiai Társaságot is.

„A meteorológia társadalmi bázisának szélesítése érdekében — hangoztatta — a társaságnak közre kell működnie abban, hogy ez a bázis megerősödjék. Ennek szélesítése csak biztos alapokon történhet. Márpedig egyáltalán nem lehetünk elégedettek ennek a bázisnak a szilárdságával, ha meggondoljuk, hogy társadalmunk túlnyomó része a meteorológia egyet-

len feladatának tekinti az időjárás előrejelzése eddigi, kiirhatatlan kifejezéssel az »*vidéjósásk*«, anélkül, hogy ennek reális lehetőségeit, az előrejelezhetőség elvi határait, a légköri folyamatok statisztikai jellegét ismerné. Így a prognózisok helytelen értékeléséből hamis ítéletet alkot az egész tudományterületről. Elsőrendű feladatunknak tehát a meteorológiai *közműveltség* *emelésére* kell irányulnia.

Fölvetődik a kérdés — folytatta e gondolatot —, elképzelhető-e egy jól tájékozott társadalomban, hogy dilettáns, tudománytalan prognózisoknak (s itt a hírhedt bécsi, belgrádi, nyíregyházi, napokra bontott, egész évre kiterjedő időjóslatokra gondolok) komoly, természettudományokban művelt emberek hitelt adnak, terveiket — alapos kritika nélkül — ezekhez igazítják, sőt az áltudományos módszert szabadsalom is védi, eredményeit újságcikkek boncolgatják?! Megtettünk-e mindent a társadalom természettudományos, helyes tájékoztatása érdekében, hogy az ilyen hiedelmeket éppen úgy vessze ki magából, mint ahogyan pl. az örökmozgóval tudatosan, iskolai tanulmányai alapján szembeszáll még akkor is, ha a szerkezetet ideig-óráig mozogni látja? Úgy érzem, nem tettünk meg mindent a meteorológia kellő oktatása érdekében s ez a feladat a *közoktatás fejlesztésére* irányul.

Arról meg lehetünk győződve — mondotta — hogy nincs a társadalmi és gazdasági életnek olyan ága, amely az időjárással, az éghajlattal kapcsolatban ne volna. De fölvethető az a kérdés is: Élők és szorosak-e kapcsolataink a meteorológiai ismereteink alkalmazási területeivel, a mezőgazdasággal, a közlekedéssel, a közegészséggel, a városfejlesztéssel, az építéssel, a településiggyel? Ezek a kérdések a társtudományokkal és az alkalmazási területekkel többé-kevésbé már megkezdett *kapcsolataink céltudatos erősítésének* fontosságára mutatnak, amelyre a kedvező adottságokat éppen a MTESZ szervezet biztosítja.”

Befejezésül a társaság kapcsolatainak szükségességét hangsúlyozta az egyetemekkel, a szolgálattal és Akadémiával. A jövő útját abban jelölte meg: a társaságnak ki kell lépnie a mostanában kissé befelé forduló zártságából, el kell jutnia ismét abba az állapotba, amelyben a „meteorológusok és a meteorológia barátainak köre alapítása óta vállalta és dicséretesen végezte is a tájékoztatás, az oktatás, a nevelés feladatait, felkészült a meteorológia propagálására, alkalmazhatóságának hirdetésére, fórumot biztosított kezdő és érett kutatóknak, a társtudományok tudósainak, kapcsolatokat kezdeményezett társesületekkel, baráti országok meteorológiai társaságaival, vidéki csoportokat szervezett stb., de ez a keret, a fórum, a kapcsolat köre még mindig meglehetősen szűk. Úgy érzem — zárta *Béll* professzor elnöki megnyitóját —, potenciális energiákat halmozunk fel és hátra van ennek mozgósítása fejlődő társadalmunk ér-

dekében. Ezen energiaátalakulási folyamatban eddigi és jövőbeli partnereink segítségére bízton számíthatunk, abban is, hogy célunkat: tevékenységi körünk tágítását, társadalmi bázisunk szélesítését elérhessük.”

A társaság feladatainak lényegére tapintó s nagy tetszéssel fogadott elnöki megnyitó után *Szakály* József főtitkár beszámolt a 45. közgyűlés óta végzett munkáról, kiemelve ebből a Szlovák Meteorológiai Társaság közreműködésével rendezett 19. vándorgyűlést, a szakülések köréből pedig *A. Mäde* professzor előadását, amelyet az NDK Meteorológiai Társaságának elnöke a tiszteleti tagságról szóló oklevél átvétele alkalmával tartott. A szakosztályok tevékenységének értékelésekor az agrometeorológiai szakosztály kiemelkedően aktív munkájára, a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör újjaalakulásának és folyamatos működésének fontosságára mutatott rá. A területi csoportok tevékenységét áttekintve bejelentette, hogy a városklíma-kutatás tárgyában, az érdekelte szakörök képviselőinek közreműködésével készített tanulmányt a MTESZ országos elnökségének végrehajtó bizottsága megvitatta, elfogadta, s egyúttal megbízta a MTESZ főtitkárát, hogy a tanulmányt a témában érdekelte tárcáknak és országos főhatóságoknak küldje meg.

A társaság vezető szerveinek munkájáról adott tájékoztatót, majd a társaság nemzetközi kapcsolatainak ismertetése után a taglétszám alakulásáról szólt a főtitkári jelentés. Kegyelettel emlékezett meg az év folyamán elhunyt tagokról; emléküknak a közgyűlés egy percnyi néma felállással adózott. Végül a főtitkár beszámolójának második részében az 1978-i munkatervet ismertette.

Gaál Elek az ellenőrző bizottság elnöke tett jelentést a társaság pénzgazdálkodásáról, amelyet a megtartott ellenőrzéskor teljesen rendben levőnek találtak, majd a társaság pénzgazdálkodásával kapcsolatban a *főtitkár* javaslatot terjesztett a közgyűlés elé; eszerint a tagdíj 1978-tól kezdve évi 60 Ft, a nyugdíjasok, ifjúsági tagok és a többszörösen MTESZ-egyesületi tagok tagdíja évi 24 Ft lenne.

A jelentések és javaslatok elhangzása után az elnök megnyitotta fölöttük a vitát, kérve a közgyűlés állásfoglalását s javaslatokat a társasági tevékenység további javítása érdekében.

A vitában *Flórián* Endre a rádiómeteorológiai munkacsoport stagnálásának okait elemelte, hangsúlyozva, hogy a rádió hullámok terjedésének tárgyában a Posta illetékeseivel az együttműködés továbbra is kívánatos. *Antal* Emánuel elfogadva a főtitkári jelentést, a külföldön tartózkodó *Mészáros* Ernő írásban előterjesztett javaslatát olvasta fel, amelyben 1979 harmadik negyedében magyar-francia aeroszol-szeminárium megrendezését indítványozza. A javaslatot *Kérdő* István támogatva hangoztatta, hogy a légköri aeroszol-kutatás

kérdésében az orvosmeteorológiai szakosztály is érdekelt. *Kéri* Menyhért az ellenőrző bizottság létrehozását és működését méltatva, az elmaradt tagdíjak befizetésének módjáról terjesztett elő javaslatot. *Kakas* József megállapította, hogy a társaság pénzügyileg továbbra sem lesz önfenntartó, ezért kívánatos a legnagyobb takarékoság. A tagdíjak javasolt mértékű emelését a társaság szolgáltatásaihoz képest nagyon is mérsékeltnek tartja. *Aujeszky* László kérdőívek kiküldését javasolta a tagság részére, s abban fel kell sorolni a társasági összejövetelek, ülések formáit, a tagok pedig jelöljék meg, mely szakosztályi stb. összejövetelekre kérnek rendszeresen meghívót. Ezzel jelentős anyagi megtakarítás érhető el.

A vitában fölvetett kérdésekre az elnök válaszolt. Bejelentette, hogy — egyetértés esetén — az elhangzott előterjesztések, javaslatok a munkatervbe utólagosan beépítésre kerülnek. A közgyűlés a javaslatokat s az új tagdíjrendszert ellenszavazat nélkül elfogadta úgy, hogy ez utóbbi már 1978-ra hatályba is lépett.

A közgyűlés ünnepi percei voltak, amikor az elnök a társaságban végzett kiemelkedően eredményes tudományos-társadalmi munka, valamint több évtizeden át kifejtett oktató-kutató munkájuk elismeréseként *Barát* József, *Justyák* János, *Kőrösi* György és *Szász* Gábor tagoknak átnyújtotta a *Steiner* Lajos-émlék-érmeket s az oklevelet, majd pedig, amikor az elnökség javaslatára a közgyűlés *Bucsy* Józsefet, *Flórián* Endrét, *Kakas* Józsefet és *Kulin* Istvánt a társaság tiszteletbeli tagjává választotta. Az új tiszteleti tagoknak az elnök az erről szóló oklevelet a közgyűlés meleg ünnepése közben nyújtotta át.

Jóváhagyta a közgyűlés az elnökség határozatát, amely szerint az 1977-ben végzett társadalmi munkájuk és a társaság célkitűzéseinek megvalósítása terén átlagon felüli teljesítményeik elismeréseként jutalomban részesíti *Bodolai* Istvánné, *Kozma* Ferenc, *Gajzágó* László, *Csuti* Tibor (Pécs), *Kiss* Árpád (Szeged), *Mersich* Iván, *Haszpra* László, *Bozó* Pál, *Fodor* István (Pécs), *Felméry* László, *Kőhegyi* István (Pécs), *Győre* Simon (Pécs), *Dunay* Sándor, *Kiss* Lajosné, *Simon* Antalné és *Weingartner* Ferencné tagokat.

Hozzájárult a közgyűlés a társasági nívódíj jelenlegi keretének fölemeléséhez, továbbá a nívódíj új szabályzatának, valamint az ifjúsági pályadíj odaítélése alapelveinek kidolgozásához, és ahhoz, hogy a társaság a továbbiakban már ezek figyelembevételével adja ki a szakirodalmi nívódíjat és az ifjúsági pályadíjakat, egyben a kérdés rendezését az elnökség feladatává tette.

Végül a közgyűlés tagfelvétellel foglalkozott. Új tagok lettek: *Baksa* István, *Gyarmati* Zoltán, *Hajdú* Zoltán, *Katona* Bálint, dr. *Novák* Ákos, *Sindely* Pál, *Soproni* György, *Szalai* Sándor, dr. *Timon* Béla és *Titsch* Endre.

A közgyűlés tárgysorozata befejeződven, rövid szünet után a *Monzun*-'77 indiai-szovjet expedíció résztvevő *Antal* Ernánuel és *Simon* Antal nagy érdeklődéssel várt beszámolója hangzott el. Az előadók egymást váltva vezették végig a hallgatóságot az ázsiai kontinensen keresztül a Szovjetunió Csendes-óceáni kikötőjéig, Nahodkáiig, majd onnét tovább a hajóúton, az Indiai óceán térségébe, ahol a kutató-program kezdődött. A mérések tervszerűsége, szervezottsége, az alkalmazott technika sejtetni engedte a *globális légkörkutatósi program* nagyszerűségét, amelynek az előadók által ismertetett expedíció csupán tört része. Az előadás kitűnően sikerült színes fölvetélsorozattal kísértén mutatta be a nemzetközi szakember-gárda s a tengerészek és a hajók kiszolgáló személyzetének példamutatóan összehangolt tevékenységét, amellyel az előírt kutató-méréseket végrehajtották, s amely az expedíciót váratlanul felbukkant nehézségeken is átesítette.

Bél Béla elnök a szerfölkött értékes és élvezetes előadást megköszönve bejelentette, hogy ennek második részére egy hét múlva kerül sor, s ezzel a 46. közgyűlést berekesztette.

Szakály J.

✱

A METEOSAT FELLÖVÉSE

1977. november 23-án felbocsátották a nyugat-európai űrkutatási szervezet (*European Space Agency*) geoszinkron meteorológiai műholdját, a *Meteosat* tervezett helyére, a Guineai-öböl (0° meridián) fölé. A műhold 210 cm átmérőjű, 320 cm magas hengeralakú. Súlyja fellövéskor 700 kg, de ennek több mint a fele a pályára történő beállításához szükséges berendezéseket (kisebb hajtómotorok) foglalja magában. Névleges élettartama 3 év.

A műhold szerves láncszeme a Meteorológiai Világszervezet WWW (*World Weather Watch*) programjának, amellelt aktív szerephez jut a világméretű légkörkutatósi programban (GARP). A fellövés időpontja tulajdonképpen az első világméretű GARP-kísérlethez kötődik, amely az idén decemberben kezdődik, és 1977 decemberében már előkészítő szakaszába lépett. Megjegyezzük, hogy e kísérlet érdekében előzőleg már 3 geoszinkron holdat (2 amerikai, 1 japán) bocsátottak fel és a jövő évben még egy hold (szovjet) fellövése várható.

A *Meteosat* funkcióinak összeállításánál a meteorológiai műholdakon már jól bevált megfigyelő, adatgyűjtő és továbbító rendszereket vették alapul. Felhőképek előállítására végett két, a látható és a „közeli” infravörös tartományban (0,4–1,1 μ) és egy a „távoli” infravörös tartományban (10,5–12,5 μ) érzékelő sugármérőt helyeztek el. A látható kép 5 000, az infravörös kép 2500 sorból áll és soronként ugyanennyi képelemet tartalmaz.

A teljes kép az optikai rendszer 18°-os látószögénél fogva felöleli a műholdról látható teljes földkorongot. A sorfelbontásnak a műhold alatti pontban 2,5 illetve 5 km felel meg. Egy-egy kép 25 perc alatt készül el, további 5 percet többek között arra használnak ki, hogy a megfigyelő rendszer visszaálljon kiinduló helyzetébe. Ennek megfelelően a képek félóránként ismétlődnek.

Az infravörös leképező rendszerhez hasonló sugárzásmérő műszert működtetnek (2500 soros letapogatással, valamint 5 km-es felbontással) a vízgőz elnyelési sávjában (5,7–7,1 μ). Ezek a mérések a felső-troposzféra nedvességtartalmának, megközelítőleg pedig az egész troposzféra vízgőzkészletének a becslését szolgálják. A mérések idejére a látható tartomány egyik csatornáját lekapcsolják.

A meteorológiai geoszinkron holdakon a földfelszín, illetve a felhőzet leképezéséhez a holdnak az Egyenlítő síkjára merőleges tengely körüli forgását használják ki. A műholdon elhelyezett sugárzásmérő egy-egy körülfordulás alatt vonalasan „letapogatja” a Földet. A letapogatások tovahaladását, azaz tulajdonképpen a vonalak képpé történő összeállítását a műszernek a műhold forgástengelyére merőleges lassú tengely körüli hajlása idézi elő. Hogy a nagy magasságból még jó felbontású képet kapjanak, teleszkópot alkalmaznak.

A műholdon sugárzásmérőket helyeztek el a Föld és légköre sugárzási mérlegének kimérése céljából. Erre a célra egyszerűen megméri a visszaverődő nap sugárzás, valamint a hosszú hullámokon a világtérbe távozó hőmérsékleti kisugárzás energiáját. A kettő összege a Föld-légkörrendszer teljes energiavesztését adja meg.

A műhold alkalmas arra is, hogy hatalmas területről nagyszámú önműködő mérőállomás megfigyelését összegyűjtse és eljuttassa az irányítóközpontba. A mérési adatok kisugárzása történhet rögzített időpontokban, de bekövetkezhet a műhold rádiós parancsára is. Megvan továbbá a lehetősége annak, hogy bizonyos küszöbérték átlépése esetén rendkívüli figyelmeztetésre, riasztásra kerüljön sor. Az állomások azonosítása céljából egymástól megkülönböztethető rádiós kód-jeleket iktatnak az adási programba. Erre a célra a *Meteosat*on 66 távközlési csatorna áll rendelkezésre. Ezek felét regionális célra (például az Alpokban felállított önműködő hidrometeorológiai állomások), másik felét GARP keretében bevett, főleg a mozgó objektumok méréseinek összegyűjtésére tartják fenn.

A *Meteosat* irányító központját Darmstadtban (NSZK) építették fel. Itt folyik az adatok elsődleges vétele és feldolgozása. A feldolgozott, például földrajzi hálózattal ellátott, kinagyított stb. felhőképek ismét a műhold felhasználásával kerülnek szétsugárzásra. (Ekkor a műhold a relé szerepét tölti be). Az adattovábbítás közel 1700 MHz-n történik, digitális és

analógjelek formájában. A digitális adatok vétele igen költséges vevőállomást igényel. Az analóg-adatok ezzel szemben némi műszaki átalakítással hozzáférhetővé válnak a hagyományos APT-állomások számára is (WEFAX).

A műhold helyzete kedvező veteli viszonyokat teremt az Országos Meteorológiai Szolgálat pestlőrinci műholdvevő állomása számára. Az állomás műszaki továbbfejlesztése a WEFAX-adások vétele céljából megkezdődött.

Tánczer T.

*

A GLOBÁLIS MEGFIGYELŐ ALAPRENDSZER MUNKACSOPORTJÁNAK ÜLÉSE

A WMO Alaprendszerek bizottságának globális megfigyelő alaprendszer munkacsoportja 1978. március 13. és 23. között Genfben tartotta második ülését T. Mohr (MSZK) elnöklétével. A munkacsoport tagjaként a magyar meteorológiai szolgálat részéről e sorok írója vett részt az ülésen.

A munkacsoport elnökének jelentése után, amely beszámolt a munkacsoportnak az Alaprendszerek bizottsága által az 1976-ban tartott ülésén meghatározott feladatok terén elért eredményekről, áttekintették a Meteorológiai Világszolgálatnak a globális megfigyelő rendszerre 1979-ig szóló tervét és az 1980–1983-as időszakra javasolt terveket. Megállapították, hogy a Meteorológiai Világszolgálat következő tervidőszakában még mindig a földfelszíni megfigyelő rendszer fogja játszani a főszerepet. Ugyanakkor az űrbázisú megfigyelő rendszer egyes műhold rendszerei: a kvázipoláris pályán keringő amerikai és szovjet műholdak, valamint az amerikai, japán, indiai és szovjet, továbbá az ESSA által üzemeltetett geostacionárius műholdak kvantitatív és képadatokat fognak szolgáltatni operatív rendszerben, és gyakorlatilag megvalósul az egész Föld műholdakról történő időjárás megfigyelése. A műhold rendszerek szolgáltatata adatok rendszeresen bekerülnek a globális távközlési alaprendszerbe és eljutnak minden meteorológiai szolgálathoz.

Megvitatták a globális megfigyelő rendszer kézikönyvének tervezetét, amely szerint a kézikönyv I. kötete mindazokat az általános szabályokat és eljárásokat tartalmazza, amelyeket a meteorológiai szolgálatoknak az egy-egy szervezés érdekében be kell tartaniuk, a II. kötet pedig az egyes régiók sajátos eljárásait foglalja magában. A kézikönyv I. kötetét mellékletként a Technikai Szabályzathoz csatolják.

Kidolgozták az *adatfeldolgozó alaprendszer* munkacsoportjában közösen a minőségi ellenőrzési eljárások legfontosabb szabályait is; egy részüket az ülés szintén a kézikönyvhöz csatolta, de ugyanakkor a minőségi ellenőrzés-

re szolgáló további részletes szabályok kidolgozása mellett is állást foglalt.

A megfigyelő rendszerek legmegfelelőbb összetételének és a globális megfigyelő alrendszerben új megfigyelési eljárások és módszereknek a tanulmányozásával *időszakos munkacsoportot* bízta meg; ennek a kettős feladattal megbízott időszakos munkacsoportnak a vezetésére e sorok íróját kérték fel.

Összefoglalta a munkacsoport ülése a jelenleg használatos azon eljárásokat, amelyek révén az automata meteorológiai állomások jeleit meteorológiai paraméterekké alakítják át, a távközlési rendszerben történő továbbításra alkalmas formában. A jelentést az Alaprendszer bizottságának soron következő ülésén megvitatásra előterjesztik.

Befejezésül megtárgyalta a munkacsoport a globális megfigyelő alrendszer részéről az *első globális légköri kísérlet* sikeréhez — a megfigyelőrendszer alaptévkénységén kívül — történő hozzájárulás lehetőségét, s ennek érdekében a munkacsoport további programját többek között kibővítette az adatszegény területeken új repülőgépes időjárási megfigyelések, valamint a navigációs eljárások meteorológiai alkalmazásának tanulmányozásával. Végül felkérték a globális adatfeldolgozó alrendszer munkacsoportját, hogy dolgozza ki a megfigyelési követelményeket a mezo-méretű és kis-méretű időjárási jelenségekre.

Kapovits A.

*

SAKÉRTŐI ÉRTEKEZLET A CSAPADÉKMÉRÉS MÓDSZERTANÁRÓL

A várnai Igazgatói Konferencián hozott ajánlásnak eleget téve, 1977. november 29—december 2. között rendezték meg Szófiában, a szocialista országok hidrometeorológiai és meteorológiai szolgálatai szakértőinek részvételével a csapadékmérés módszertanával foglalkozó értekezletet.

A vendéglátó bolgár szakembereken kívül csehszlovák, német és szovjet szakértők vettek részt a megbeszéléseken. A magyar meteorológiai szolgálatot *Szakács Györgyné* a KMI igazgatóhelyettese képviselte. A lengyel szolgálat „Az összehasonlító csapadékmérések vizsgálatának eredményeiről” c. beszámolót küldte személyes részvétel helyett. A román szolgálat igazgatósága pedig kérte az értekezlet teljes anyagának megküldését. Az ülésorozat megnyitásakor a résztvevőket a Bolgár Hidrológiai és Meteorológiai Intézet igazgatóhelyettese *V. Zahariev*, a fiz.-mat. tudományok kandidátusa üdvözölte. A résztvevő országok képviselői beszámoltak a hazájukban folyó csapadékmérés hibáinak vizsgálatával foglalkozó kutatásokról, valamint a csapadékmérés módszereinek és módszertanának tökéletesítését és egységesítését célzó mérésorozatokról.

182

A megbeszélések eredményeként az értekezlet megállapította, hogy e témában résztvevő valamennyi ország az utóbbi években kiszélesítette a kísérletek körét, de a legtöbb országban még nincs elég adat a szél okozta hibák pontosabb becsléséhez. Ezért minden országban további kutatást kell végezni nagy szélsőségekre vonatkozóan.

Az elhangzott előadások és az ezeket követő viták alapján a szakértőcsoport néhány javaslatot készített. Ezekben kéri a szocialista országok hidrometeorológiai szolgálatainak Igazgatói Konferenciáját, hogy irányozza elő a csapadékmérési módszerek tökéletesítésének problémájával kapcsolatos munkák folytatását, a kutatási program kibővítését és a szakértői csoport munkájának folytatását. Jelöljön ki egy országot e témában folyó munkák koordinálására s a kutatási program kiegészítésének kidolgozására. Bízva meg a szovjet hidrometeorológiai szolgálatot azzal, hogy dolgozza ki az elmúlt évek folyamán mért csapadékösszegek korrigálásának módszerét és küldje meg ezt a munkában résztvevő valamennyi szolgálatnak.

A szakmai értekezletek során mód nyílt arra is, hogy a bolgár csapadékösszehasonlító mérések színhelyét megtekintésük a résztvevők. Kirándulást is szerveztek számukra a Szófia közeli Vitosa-hegységbe. *V. Zahariev* igazgatóhelyettes pedig fogadást adott tiszteletükre.

Farkas A.

*

TÁVPROGNOSZTIKAI TANULMÁNYÚT ANGLIÁBAN

1978 márciusában a Kulturális Kapcsolatok Intézete és a British Council kéthetes tanulmányutat szervezett, amelynek keretében e sorok írója közvetlenül tanulmányozhatta az angliai Bracknellben az *Európai Középtávú Időjáráselőrejelző Központban* (ECMWF) és a brit *Meteorológiai Hivatalban* (MO) folyó operatív és kutató tevékenységet. Az előbbinek feladatai két nagy témakör köré csoportosíthatók, nevezetesen numerikus középtávú előrejelző modellek kidolgozása és 4—10 napos előrejelzések készítése s ezek továbbítása a 17 európai tagország számára. E központ végleges helye Readingben lesz. A Meteorológiai Hivatal, amely magában foglalja a bracknelli regionális központot is, ultrarövid-, rövid- és középtávú előrejelzéseket készít a tengerészettek, légitforgalomnak, a tömegkommunikációs szerveknek, valamint speciális prognózisokat a megrendelőknél. A regionális központ ezenkívül még nemzetközi feladatokat is ellát.

E két nagy intézményen kívül szerepelt a programban a látogatás először az *Imperial College of Science and Technology* légkörfizikai tanszékén — ahol J. S. A. Green professzor irányításával főleg zivatar, ill. viharvonal

(*squall line*) modellek vizsgálatával foglalkoznak —, majd pedig látogatás az angliai meteorológiai kutatások egyik fellegvárában, a Norwich-i *University of East Anglia* éghajlatkutató egységében. Itt a H. H. Lamb professzor vezette kutatások célja a beláthatatlan jelentőségűnek tartott éghajlatingadozások vizsgálata.

A tanulmányút befejező állomásán, az Edinburgh-i egyetem meteorológiai tanszékén D. H. McIntosh professzor ismertette a tanszék munkáját: Elsősorban mikrometeorológiai kutatásokkal foglalkoznak. Ugyanitt alkalmam volt résztvenni a *Royal Society of Edinburgh* és a *Royal Meteorological Society* által közösen rendezett szimpóziumon, amelynek témája a *hegység időjárása* volt, s amely erősen emlékeztetett a Magyar Meteorológiai Társaság vándorgyűléseire.

A szakmai program keretében a hat intézményben tett látogatás inkább széles skálájú áttekintésre, mint egy-egy témában való elmélyülésre adott alkalmat. Az egyes intézetek, egyetemi tanszékek munkájának alaposabb megismerését a magammal hozott publikációs és demonstrációs anyag áttanulmányozása teszi majd lehetővé. Mindenesetre az első benyomásom az volt, hogy Angliában az éghajlatingadozások kérdéseire egyre nagyobb figyelmet szentelnek.

Koppány Gy.

*

A SUGÁRZÁSI ENERGIA ÉS A VILÁG ENERGIÁIGÉNYE

A Magyar Meteorológiai Társaság Ankerközi székházában 1978. március 16-án „A szoláris energia meteorológiai szempontból” címmel nagy érdeklődéssel kísért előadást tartott Dobosi Zoltán tanszékvezető egyetemi tanár. Az előadás első részében a légkör által abszorbeált sugárzási energia és az emberiség energiatermelése közötti arányokról hallottunk. A világ energia igénye s vele együtt energia termelése számokban kifejezve ugrásszerű emelkedést mutat. A felgyorsult energiatermelés oly mérvű szennyeződést hozott magával, amely előrevetíti a földlégkör rendszer sugárzásháztartásának változását. Az emberiség számára korlátozott mértékben rendelkezésre álló fosszilis és fúziós energia-készletek újfajta energiaforrások kutatását sürgeti. Az előadó közvetlen utalással vetette fel a szoláris energia kihasználásának lehetőségeit, módoszatait, mellyel korántsem élünk olyan mértékben, mint amennyire kézenfekvőnek látszik.

Az előadást több érdekes hozzászólás követte. Többen felhívták a figyelmet a tervszerűtlen, inkoherens kísérletek veszélyeire is; az effajta kezdeményezések nagy körültekintést igényelnek, megvalósításuk előidézheti egy-

egy természetes körzet klímájának megváltozását, melynek társadalmi és biológiai következményeivel is számolni kell. Szóba került a sugárzási energia „koncentrált felfogásának” technikai lehetősége, és az objektív korlátok, mivel a hozzánk érkező sugárzás a földrajzi hely, az év és napszak függvényében különböző intenzitású. Fölmerült a transzformálás, a gazdaságos tárolás és szállítás problémája is.

Reméljük, e jól felépített — témájában újszerű — előadást további hasonló előadás követi, s az előadó beszámol majd az *Időjárás* hasábjain is ez irányú kutatásairól.

Császár M.

*

A TUDOMÁNYOS KUTATÁSOKAT KOORDINÁLÓ MUNKACSOPORT VIII. ÜLÉSE

Aszocialista országok Igazgatói Konferenciájának keretében működő Tudományos Kutatásokat Koordináló Munkacsoport (RGKNIR) VIII. ülésére 1978. április 18–21 között került sor Budapesten. Az ülésen a Bolgár Népköztársaság, a Német Demokratikus Köztársaság, a Mongol Népköztársaság, a Lengyel Népköztársaság, a Szovjetunió, a Csehszlovák Szocialista Köztársaság és a Magyar Népköztársaság meteorológiai szolgálatainak szakemberei vettek részt. Az ülést *Barát József*, az OMSZ elnökhelyettesének üdvözlőbeszéde nyitotta meg, majd a munka jelen sorok írójának elnökletével folytatódott.

Az ülés résztvevői áttekintették a szocialista országok meteorológiai szolgálatai között koordinált 16 téma kutatásának helyzetét és azok további eredményes művelése érdekében konkrét ajánlásokat dolgoztak ki részben a soron következő igazgatói konferencia, részben az egyes témákat irányító szolgálatok számára.

Az 1976-ban Várnában tartott VI. Igazgatói Konferencia direktíváinak megfelelően a Munkacsoport megvizsgálta újabb, közös érdekű és kollektív kutatómunkát igénylő témák felvételének lehetőségeit. Ennek eredményeként a Munkacsoport a következő témák koordinált kutatására tett javaslatot:

1. A légköri ózon térbeli és időbeli változékonyságának kapcsolata a légkör termikus és dinamikus szerkezetével;
2. Biometeorológiai kutatások;
3. Módszerek kidolgozása az időjárás közep-távú (4–10 napos) előrejelzésére;
4. Az éghajlat változásának tanulmányozása.

A felsorolt első két téma kutatásának irányítására a Munkacsoport az NDK meteorológiai szolgálatát, az utóbbi két téma szervező szolgálatának ellátására a Szovjetunió hidrometeorológiai szolgálatát javasolta.

A szocialista országok meteorológiai szolgálatai közötti távlati tervezés és együttműködés tudományos megalapozásának előkészítésére az értekezlet külön szakértői csoport létesítésére tett javaslatot az Igazgatói Konferencia közvetlen felügyelete mellett.

Tekintettel a különböző szervezetek irányítása alatt álló közel azonos tematikájú kutatási feladatok szervezettebb összehangolására az értekezlet külön ajánlásokat dolgozott ki az igazgatói konferenciák és a szocialista országok tudományos akadémiái, továbbá a KGST kutatást-irányító szervei közötti együttműködésre. Ajánlást dolgoztak ki az 1981–1985 közötti tervidőszak koordinált kutatási programjának szervezeti előkészítésére is.

Bodolai I.

✱

ELŐADÁS A MONSZUN '77 EXPEDÍCIÓRÓL AZ MMT-BEN

1978. március 2-án tartotta meg *Antal Emánuel* és *Simon Antal*, a magyar meteorológiai szolgálatnak a Monzun-'77 expedícióban résztvevő két munkatársa élménybeszámolójának második részét (előadásuk első része az MMT közgyűlése keretében hangzott el). Ez alkalommal az expedíció során meglátogatott nagyvárosok — Bombay, Colombo, Calcutta, Szingapur — bemutatása következett, saját készítésű diapozitívek kíséretében. A hallgatóság a színes fölvételek és a hozzájuk fűzött megjegyzések, élmények alapján betekintést nyert India és Kelet-Ázsia kulturális értékeinek tárházába, nagyvárosainak életébe, az ott lakók életmódjába és általános gazdasági helyzetükbe. A hallgatóságot ez az élménybeszámoló is meggyőzhette arról, hogy a nemzetközi összefogással végrehajtott globális légkörkutatási program s a légköri folyamatok mélyebb meg-

ismeréséért folyó grandiózus méretű kutatások közvetlenül szolgálják embermilliók élelmészeti gondjainak megoldását is.

Szakály J.

✱

AZ MMT RÓNA ZSIGMOND IFJÚSÁGI KÖRÉNEK ÜLÉSE

1978. március 8-án érdekes vitaindító előadást hallgatott meg a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör, melyet *Czelnai Rudolf*, az OMSZ elnöke tartott „Modell és valóság” címmel. Az előadó részletesen elemezte a modellezés filozófiai, ismeretelméleti alapjait, majd felvázolta ezeknek a meteorológiai kutatások területén alkalmazható jellegzetességeit. Az előadást illusztráló diapozitívek segítségével betekintés nyílt a természetes és a laboratóriumi körülmények között fizikailag megvalósított modellek világába. Ennek nyomán a hallgatóság számára is világosan kirajzolódott, hogy a meteorológiai modellezés alapvető eszköze a számítógép. Erre a felismerésre több mint 30 évvel ezelőtt a magyar származású amerikai matematikus, *Neumann János* jutott el először. Az általa szervezett, több kiváló meteorológust tömörítő munkacsoport eredményeinek méltatását követően, az előadó a meteorológiai modellezés időszerű kérdéseit és a hazai elképzeléseket ismertette. Külön is említést érdemel az alapvetően új módszerekkel kapcsolatos állásfoglalása, valamint a konkrét problémák köréből a turbulencia-kutatás kiemelése.

Az előadást élénk vita követte, melynek során a hozzászólók a modellezés egyes általános elveit érintették, valamint a meteorológiai modellezés egyik fő céljának, az időjárás, illetve az éghajlati előrejelzéseknek néhány aktuális problémáját vetették fel.

Faragó T.

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 ősz-sugárzás gyakorisági eloszlását, másik 24 oszlopdiaagram 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 felületeire jutó energiamennyiség napi őszszegyeinek 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

A KÖZELMÚLTBAN 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.

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



78.0654 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 számán. 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