

# IDŐJÁRÁS

---

67. ÉVFOLYAM

**3**

1963. MÁJUS – JÚNIUS

---

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET  
HIVATALOS LAPJA

INDEX 26.361

# IDŐJÁRÁS

ПОГОДА \* WETTER \* TEMPS \* WEATHER

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET HIVATALOS LAPJA

## SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

- Prof. dr. F. BAUR (Bad Homburg)  
 Dr. BÉLL B.  
 Dr. BERKES Z.  
 Dr. BODOLAI I.  
 Prof. dr. M. BOSSOLASCO  
 (Genova)  
 Dr. S. BRANDEJS (Prága)  
 Prof. dr. M. ČADEŽ (Beograd)  
 Prof. dr. F. F. DAVITAJA (Moszkva)  
 Prof. dr. DÉSI F. felelős szerkesztő  
 Dr. HILLE A.  
 Prof. dr. Sz. P. HROMOV (Moszkva)  
 S. JAHO (Tirana)  
 Dr. KAKAS J. szerkesztő  
 P. KASNECI (Tirana)  
 Dr. KÉRI M.  
 Prof. dr. M. KONČEK (Bratislava)  
 Prof. dr. L. KRASTANOV (Szófia)  
 Prof. dr. J. LUGEON (Zürich)  
 Prof. dr. A. MÄDE (Halle/Saale)  
 Prof. dr. W. OKOLOWICZ  
 (Warszawa)  
 Dr. OZORAI Z.  
 Dr. J. PASZYNSKI (Warszawa)  
 Prof. dr. R. SCHERHAG (Berlin)  
 Prof. dr. F. STEINHAUSER  
 (Wien)

★

## SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL:

BUDAPEST II. KITAIBEL PÁL UTCA 1.  
 TELEFON: 353-500

★

## ELŐFIZETÉS:

EGY ÉVRE 48 FT (BEFIZETÉS A 100.080-70.  
 ORSZ. METEOROLÓGIAI INTÉZET BEV.  
 SZÁMLÁN). A METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG  
 TAGJAINAK 24 FT (BEFIZETÉS A 61.764.  
 METEOR. TÁRS. TAGDÍJ BEF. SZÁMLÁN)

★

MEGJELENIK KÉTHAVONKÉNT  
 EGYS SZÁM ÁRA 8 Ft

## TARTALOM

- Czelnai Rudolf—Dési Frigyes—Rádkóczy Ferenc:  
 A hőmérsékletmérő hálózat racionális sűrű-  
 ségének meghatározásáról (angol nyelven) 129
- Davitája, F. F. (Tbiliszi): A hőellátottság előre-  
 jelzésének módszere (orosz és magyar nyel-  
 ven) ..... 138
- Czelnai Rudolf—Mezősi Miklós—Tánczer Tibor:  
 A balatoni automatikus szélmérőhálózat  
 létesítésének műszer- és híradástechnikai  
 szempontjai ..... 149
- Ambrózy Pál—Götz Gusztáv—Tánczer Tibor: Hir-  
 telen kitorő szélviharok vizsgálata a Balaton  
 térségében ..... 153
- Koppány György: Makroszinoptikai módszer a  
 csapadék középtartamú előrejelzésére.... 159
- Probdl Ferenc: Városi energiaforrások jelentősége  
 Budapest éghajlatában ..... 162
- Wirth Endre: Gyakorlati módszerek az időjárás  
 mesterséges befolyásolására ..... 166
- Titkos Ervin: Széllelőrejelzés a Balatonon..... 168
- Mészáros Ernő: A légköri aeroszol koncentráció  
 összefüggése a légtömegekkel..... 170
- Popovicsné Gubala Mária: Biometeorológiai kutá-  
 tások Lengyelországban..... 172
- Alkalmazott meteorológia*
- Szilágyi Tibor: Talajhőmérséklet- és horizont-  
 korlátozásmérések ikersoros paradicsom-  
 állományban ..... 174
- Varga Hasznos Zoltán: A füves és a hengerezett  
 talaj hőmérséklete..... 178
- Stollár András: Melegágnyak takarása műanyag-  
 fóliával ..... 180
- Irodalom*
- Acta Universitatis Debreceniensis de Ludovico  
 Kossuth Nominatae: Series Geographica,  
 Geologica et Meteorologica (Kéri M.).... 184
- Wallington, C. E.: Meteorológia vitorlázó repülő-  
 számára (Tardos B.)..... 185
- Kalinovszkij, A. B.—Pinusz, I. Z.: Aerológia,  
 I. rész (M. Nagy Á.)..... 185
- Krónika ..... 187

R. Czelnai—F. Dési—F. Rákóczi:

### On the Determination of the Rational Density of the Temperature-measuring Network

*Об определении рациональной густоты сети измерений температуры.*  
Авторы настоящей работы на основе т. н. «интерполяционного метода» исследуют вопрос о рациональной густоте сети наблюдений над температурой в Венгрии. Указанный метод сформулировали О. А. Дроздов и А. А. Шепелевский, используя теоретические результаты А. Н. Колмогорова и А. М. Обухова; затем его усовершенствовал Л. С. Гандин пар, образованных из 18-ти станций, авторы определили гомогенизированные « $b_i$ »-кривые структурной зависимости по сезонам и за год, и на основе этих кривых установили соотношение между густотой сети станций и возможной ошибкой интерполяции. Оказалось, что при существующей сети станций в Венгрии, где расстояние между станциями в среднем 30—35 км, возможные ошибки интерполяции в 5%-ом пределе уверенности имеют среднегодовую величину до—1,4°C. Сокращение теперешнего количества станций на половину повысило бы значения пределов уверенности только на 0,1°C. Практический вывод можно получить однако только тогда, когда и относительно других факторов будут проведены такие же исследования.

\*

In a previous paper on some principles governing the organization of meteorological measurements and observations [1] it was explained that, if the “quality” of the measurements and the way of utilization of the information obtained are regarded as given, our task can be reduced to the examination of purely quantitative problems as, for instance, the determination of the rational density of the station network.

The same consideration is undoubtedly valid also for the present study, for the determination of the rational density of the temperature-measuring network in Hungary. The precision of the instruments, the representative character of their location, the frequency of readings etc. are factors affecting the value of the rational density of the network. Thus, at the outset, we shall disregard the possibility of qualitative variations and concentrate on the problem of how to achieve the most rational network density with the given quality of measurements. (Later, of course, it will be possible to collate several qualitative variations properly analysed and, depending on the results, to decide on the practicability of any technical development in the field of measurements.)

The exclusion of the quality of the measurements from our study does not imply the possibility of supplying the amount of information necessary for this or that branch of the meteorological service (forecasting, information etc.). The only thing we gain thereby is an unequivocal correlation between the density of the station network and the content of the information released by them. The requirements as to the information given by the services are, naturally, connected with the manner in which the data are to be used, with the standard of our methods and with the exactness of our knowledge of the phenomenon examined. The density of the station network required by a meteorological service—with the available quality of the measurements—can be determined only if the above conditions are well known.

With due regard to these considerations, let us now undertake the quantitative appraisal of the rational network density. In our previous paper we have stressed the importance of the question whether the distribution of the relevant meteorological element in space can be regarded as continuous or not. In the case to be studied,—the network of temperature measurements,—the condition of continuity is fulfilled, and the computation method to be applied is selected with due regard to this fact. In the case of elements of continuous spatial distribution, as is known, the conditions of an area can be inferred by interpolating the measurements obtained at stations located at a distance from one another. By properly collating the data even the statistic deviation between the interpolated and the actual values can be detected, i. e. the probability of deviations of a certain size can be determined. Relying on this knowledge, the requirement of exactness can be fulfilled by indicating the error limit which cannot be exceeded by the actual deviations by more than  $p$  per cent (e. g. 5 per cent).

For the sake of brevity we shall refer to “interpolation method” whenever the problem of rational network density will be analysed on the basis of interpolation error. In this sense our paper is devoted to the explanation and the application of the interpolation method.

A. N. Kolmogorov [3] and A. M. Obukhov [4] have made considerable contributions to the establishment and development of this method. In connection with the theory of local homogeneous and isentropic turbulence these authors have introduced statistical characteristics describing the structure of the turbulent space in an adequate manner. Relying on their results, O. A. Drozdov and A. A. Shepelevski introduced the interpolation error which can be treated as a function of distance and thereby laid down the theoretical foundation of the interpolation method [5]. In the further development and application of the method L. S. Gandin [6] has achieved important results.

The interpolation method essentially consists of computing the mean square error of interpolation as a function of the distances between stations. This error, to be denoted by  $E$ , is the mean square deviation between the actual and the interpolation values of the meteorological element examined in reference to a given point. Let the vector of this point be  $\mathbf{r}_0$ , its empirical (or actual) value be  $f(\mathbf{r}_0)$  and the theoretical value obtained by interpolation for this point be  $\varphi(\mathbf{r}_0)$ . The mean square value  $E$  is obtained by taking the squares of the differences between such pairs as  $f(\mathbf{r}_0)$  and  $\varphi(\mathbf{r}_0)$  and by averaging them. Here the empirical and theoretical values appear simultaneously, whence the averaging refers to pairs of values succeeding one another in time. Let a simple horizontal line above the formula indicate averaging:

$$E = \overline{\{f(\mathbf{r}_0) - \varphi(\mathbf{r}_0)\}^2} \quad (1)$$

Here  $f(\mathbf{r}_0)$  are “empirical” values relating to various moments measured at point  $\mathbf{r}_0$ . The values  $\varphi(\mathbf{r}_0)$  can be obtained by interpolation for the same moments

from the available empirical  $f(\mathbf{r}_i)$  values measured at various points  $\mathbf{r}_i$ . Interpolation consists of multiplying the various  $f(\mathbf{r}_i)$  values by weights  $w_i$  selected accordingly and of summing them up:

$$\varphi(\mathbf{r}_0) = \sum_{i=1}^n w_i f(\mathbf{r}_i) \quad (2)$$

The values of the weights  $w_i$  may be selected on the basis of the relative distances measured from points  $\mathbf{r}_i$  to  $\mathbf{r}_0$  or else with regard to other principles. The sum of the weights is invariably 1, i. e.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (3)$$

Collating equations (1) and (2), we obtain:

$$E = \overline{\left\{ f(\mathbf{r}_0) - \sum_{i=1}^n w_i f(\mathbf{r}_i) \right\}^2} \quad (4)$$

This formula is now theoretically suitable for determining the mean square error of interpolation. However, in its application certain difficulties are encountered. Therefore it deemed necessary to find a formula more easily applicable to practical computations. This can be achieved by the introduction of various auxiliary quantities (the moments of autocorrelation and the structural function).

For the sake of simplicity, the necessary considerations will be referred to  $n = 2$  stations but can be extended to any number of stations.

In case of  $n = 2$  stations equation (4) assumes the following form:

$$E = \overline{\{ f(\mathbf{r}_0) - w_1 f(\mathbf{r}_1) - w_2 f(\mathbf{r}_2) \}^2} \quad (5)$$

which yields

$$E = \overline{f(\mathbf{r}_0)f(\mathbf{r}_0)} + w_1^2 \overline{f(\mathbf{r}_1)f(\mathbf{r}_1)} + w_2^2 \overline{f(\mathbf{r}_2)f(\mathbf{r}_2)} - 2\{w_1 \overline{f(\mathbf{r}_0)f(\mathbf{r}_1)} + w_2 \overline{f(\mathbf{r}_0)f(\mathbf{r}_2)} - w_1 w_2 \overline{f(\mathbf{r}_1)f(\mathbf{r}_2)}\} \quad (6)$$

Let us introduce the auxiliary value, the so-called autocorrelation moment  $M_{ij}$  which expresses the correlation between the  $i$ th and the  $j$ th stations and can be written as

$$M_{ij} = \overline{f(\mathbf{r}_i) f(\mathbf{r}_j)} \quad (7)$$

whence obviously  $M_{ij} = M_{ji}$ .

By using the autocorrelation moment thus defined, equation (6) can be written in a simpler form:

$$E = M_{00} + w_1^2 M_{11} + w_2^2 M_{22} - 2\{w_1 M_{01} + w_2 M_{02} - w_1 w_2 M_{12}\} \quad (8)$$

As can be seen from equation (7), the autocorrelation moment depends on the distance between the stations. Hence  $E$ , too, can be treated as a function of distance.

Let us now introduce another auxiliary quantity, the structural function  $B_{ij} = B_{ji}$  defined by the following equation:

$$B_{ij} = \overline{\{f(\mathbf{r}_i) - f(\mathbf{r}_j)\}^2} \quad (9)$$

whence we obtain:

$$B_{ij} = \overline{f(\mathbf{r}_i) f(\mathbf{r}_i)} - 2\overline{f(\mathbf{r}_i) f(\mathbf{r}_j)} + \overline{f(\mathbf{r}_j) f(\mathbf{r}_j)}$$

The value of the structural function can be expressed with autocorrelation moments by using equation (7) as follows:

$$B_{ij} = M_{ii} - 2M_{ij} + M_{jj} \quad (10)$$

whence

$$M_{ij} = \frac{1}{2}\{M_{ii} + M_{jj} - B_{ij}\} \quad (11)$$

and by substituting Eq. (11) into Eq. (8) we obtain

$$E = (1-w_1-w_2) M_{00} + (w_1^2-w_1+w_1w_2) M_{11} + (w_1^2-w_2+w_1w_2) M_{22} + w_1B_{01} + w_2B_{02} - w_1w_2B_{12}$$

Considering the conditions of Eq. (3), all members containing autocorrelation moments obviously fall out:

$$E = w_1B_{01} + w_2B_{02} - w_1w_2B_{12} \quad (12)$$

In this formula the value of the mean square value of interpolation is expressed by the aid of the so-called structural function which, under certain circumstances, is an unequivocal function of distance. Therefore the values of the structural function belonging to the various distances can be determined in advance, their relation to distance can be plotted graphically and these values computed in advance can be substituted in Eq. (12) for computing the interpolation error pertaining to a given point  $\mathbf{r}_0$ .

Let us now examine the question: *when* can the structural function be regarded as the unequivocal function of distance? According to the theory of homogeneous isentropic turbulence, this can be done if the structural function is homogeneous within the range investigated. The function can be homogenized, for instance, by deriving the regular climatic differences from the available data. Hence each value  $f(\mathbf{r})$  can be written as the sum of a mean value  $\bar{f}(\mathbf{r})$  and of a deviation  $f'(\mathbf{r})$  from the average:

$$f(\mathbf{r}) = \bar{f}(\mathbf{r}) + f'(\mathbf{r}) \quad (13)$$

These  $f'(\mathbf{r})$  values constitute a field just like the original values and their structural function can be determined in an identical manner:

$$b_{ij} = \overline{\{f'(\mathbf{r}_i) - f'(\mathbf{r}_j)\}^2} \quad (14)$$

The collation of Eqs (9), (13) and (14) permits to establish a connection between  $B_{ij}$  and  $b_{ij}$ :

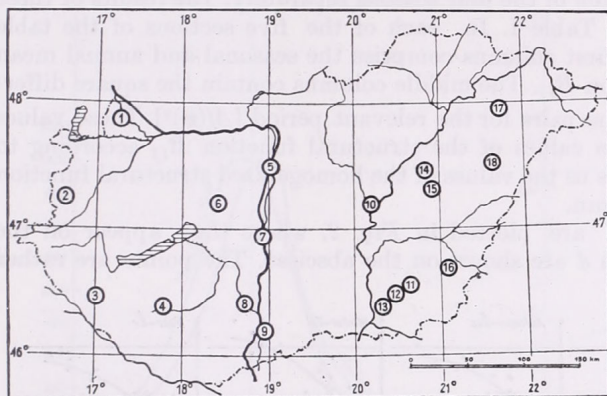
$$b_{ij} = B_{ij} - \{\bar{f}(\mathbf{r}_i) - \bar{f}(\mathbf{r}_j)\}^2 \quad (15)$$

After this detour let us come back to Eq. (12) which gives us the interpolation error. The values  $B_{ij}$  are now replaced by the values of the homogeneous structural function  $b_{ij}$ . According to *Gandin* [6], the value of this function increases with the increase of the distance in proportion to the weakening of the statistical relation but beyond a certain distance the increase gradually abates, the function becomes "saturated". Eq (12) shows that the error of interpolation between two points is the greatest at mid-distance between them. In order to determine the rational station density, it is sufficient to establish this maximum error as a function of the distance between the two stations because by predetermining the permissible error the maximum allowable distance between stations can be computed. At the mid-point  $w_1 = w_2$  and  $b_{01} = b_{02}$  which yields the following simple formula:

$$E(d)_{max} = b_{01} - \frac{1}{4}b_{12} \quad (16)$$

In our investigations to be described below, the computations are based on this formula.

With a view to determining the rational density of the temperature-measuring network in Hungary, the values of morning temperatures of 1957—58 have been selected for assessment. Although the number of stations used in our calculations is not very high and the morning data are obviously not sufficient to yield an exact



1. Mosonmagyaróvár 122 m
2. Szombathely, Airport 224 m
3. Nagykanizsa, Airport 151 m
4. Kaposvár, Airport 150 m
5. Budapest, Observatory 140 m
6. Székesfehérvár, Sóstó 117 m
7. Dunaújváros 151 m
8. Szekszárd, Palánk 94 m
9. Baja (horticulture) 109 m
10. Szolnok, Aleszipusza 94 m
11. Orosháza 91 m
12. Székkutas 90 m
13. Hódmezővásárhely 86 m
14. Tiszaörs 91 m
15. Karcag 87 m
16. Békéscsaba 87 m
17. Nyiregyháza, Airport 105 m
18. Debrecen, Airport 114 m

Fig. 1. The network of stations used — 1. ábra. A felhasznált állomáshálózat

answer to the question, they are suitable for a first approximation. Our investigations included the network, shown in Fig. 1.

The selection of the stations was governed by the requirement of having as many stations as possible along a straight line out of the smallest possible number of stations chosen and of obtaining a gradually increasing combination of the distance between them. Out of the 18 stations 21 pairs separated by different distance were combined

TABLE I — I. TÁBLÁZAT

The seasonal values and the annual mean values of the structural function  
A szerkezeti függvény évszakonkénti értékei és évi átlaga

Pair of stations Állomás pár	d km	Spring — tavasz			Summer — nyár			Autumn — ősz			Winter — tél			Year — év		
		$B_{ij}$	$\Delta\bar{f}(\mathbf{r})^2$	$b_{ij}$	$B_{ij}$	$\Delta\bar{f}(\mathbf{r})^2$	$b_{ij}$	$B_{ij}$	$\Delta\bar{f}(\mathbf{r})^2$	$b_{ij}$	$B_{ij}$	$\Delta\bar{f}(\mathbf{r})^2$	$b_{ij}$	$B_{ij}$	$\Delta\bar{f}(\mathbf{r})^2$	$b_{ij}$
11—12	15	1,98	0,20	1,78	2,82	0,66	2,16	7,14	0,29	0,85	0,81	0,05	0,76	1,69	0,30	1,39
14—15	24	1,27	0,18	1,09	1,31	0,02	1,29	1,67	0,28	1,39	1,14	0,04	1,10	1,35	0,13	1,22
11—16	34	0,76	0,00	0,76	0,93	0,01	0,92	0,73	0,02	0,71	0,99	0,04	0,95	0,85	0,01	0,84
12—16	46	2,17	0,17	2,00	2,64	0,42	2,22	0,84	0,09	0,75	1,20	0,06	1,14	1,73	0,02	1,71
5—7	58	2,17	0,02	2,15	1,94	0,12	1,82	1,58	0,03	1,55	3,21	0,25	2,96	2,14	0,11	2,03
4—8	86	4,24	1,08	3,16	3,32	0,23	3,09	4,27	0,06	4,21	6,10	0,10	6,00	4,48	0,34	4,14
1—2	86	3,67	0,12	3,55	2,26	0,22	2,04	3,39	0,28	3,11	5,63	0,62	5,01	3,73	0,31	3,42
7—9	88	2,16	1,08	1,08	4,04	2,02	2,02	1,87	0,11	1,76	4,33	0,17	4,16	3,10	0,89	2,21
8—13	120	4,92	0,07	4,85	3,24	0,50	2,74	5,52	0,26	5,26	6,21	0,34	5,87	5,46	0,29	5,17
6—10	129	3,67	0,10	3,57	4,21	1,10	3,11	7,05	0,00	7,05	7,16	0,13	7,03	5,52	0,33	5,19
3—8	133	5,76	1,56	4,20	4,92	1,30	3,62	5,82	0,07	5,75	7,34	0,23	7,11	5,95	0,79	5,16
2—6	134	3,64	0,00	3,64	1,54	0,08	1,46	7,15	0,06	7,09	6,32	0,04	6,28	4,66	0,04	4,62
5—9	145	3,03	1,42	1,61	4,07	0,87	3,20	4,77	0,24	4,53	4,16	0,01	4,15	4,01	0,63	3,38
1—3	155	5,64	0,30	5,34	4,00	0,37	3,63	5,80	0,35	5,45	7,85	0,29	7,56	5,82	0,33	5,49
2—5	178	5,08	0,59	4,49	4,30	1,06	3,24	7,21	0,19	7,09	7,45	0,21	7,24	6,01	0,51	5,50
5—18	187	4,85	0,11	4,74	4,25	0,04	4,21	6,98	1,56	5,42	5,99	0,45	5,54	5,52	0,54	4,98
3—13	250	7,65	0,96	6,69	8,28	3,42	4,86	9,77	0,59	9,18	10,17	0,01	10,16	8,95	1,24	7,71
2—10	263	5,49	0,13	5,36	4,66	0,03	4,63	7,92	0,04	7,88	9,39	0,03	9,36	6,85	0,06	6,79
1—18	319	8,68	0,08	8,60	4,42	0,25	4,17	10,70	1,80	8,90	12,29	0,81	11,48	9,52	0,74	8,78
1—17	322	9,53	0,03	9,50	4,30	0,09	4,21	10,45	2,25	8,20	10,26	0,64	9,62	8,66	0,73	7,93
2—18	364	9,18	0,19	8,99	5,32	0,76	4,56	10,87	0,66	10,21	12,76	0,01	12,75	9,53	0,40	9,13

and the values of the structural function was established for them. The largest distance, 364 km, was between Szombathely and Debrecen, the shortest, 15 km, between Orosháza and Székkutas. Within these limits the value of the structural function was obtained by extrapolation.

On account of the changes in the annual course to be expected, the structural function was determined for each of the four seasons separately. The results of these computations are compiled in Table I. In each of the five sections of the table there are three columns. The first columns comprise the seasonal and annual mean values of the structural function  $B_{ij}$ . The middle columns contain the square differences of the mean values of the pairs for the relevant period  $[\Delta_j/(\bar{B})^2]$ . These values should be subtracted from the values of the structural function  $B_{ij}$  according to Eq (15) and the difference gives us the values of the homogenized structural function  $b_{ij}$  tabulated in the third column.

The  $b_{ij}$  values of Table I are plotted in Fig. 2, where they appear on the ordinate whereas the distances  $d$  are shown on the abscissa. The points are rather

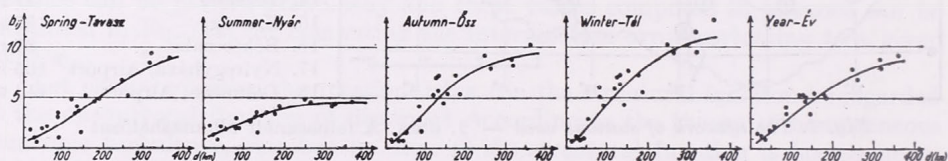


Fig. 2. The curves of the structural function  $b_{ij}$  — 2. ábra. A  $b_{ij}$  szerkezeti függvény görbéi

scattered which is not surprising in such cases. In spite of this with due care and caution the curves indicating the optimal approximation can be constructed.

The curves reveal certain peculiarities. The first thing that can be established is that each curve has an inflexion, which shows that the saturation of the structural function begins within the 400 km distance. The course of the curves is rather similar in each case, except for a more pronounced deviation of the summer curve. Although this is somewhat flatter than the rest, the value of the structural function in summer cannot be looked upon as generally lower than in the other cases, the more so because with smaller  $d$  values the relationship is reversed. This may be ascribed to the different structure of temperature turbulence in summer, to stronger microclimatic effects, yet on a larger scale the more effective character of exchange compensates the differences.

TABLE II — II. TÁBLÁZAT

The seasonal and annual values of the function of interpolation error  $E(d)$

$d$ (km)	20	30	50	100	200	300	400
Spring	0,5	0,55	0,6	0,8	1,4	2,1	3,1
Summer	0,85	0,9	0,95	1,15	1,6	2,3	2,9
Autumn	0,4	0,4	0,5	0,85	2,0	3,8	5,0
Winter	0,33	0,35	0,4	0,9	2,3	4,0	5,6
Year	0,4	0,5	0,6	0,9	1,7	2,7	3,8

Once the values of the structural function, belonging to the various  $d$  values, are known, Eq. (16) can be used to calculate the function of interpolation error  $E(d)_{max}$ . The results of these computations are compiled in Table II.

The values given in Table II are the mean square errors of interpolation. If we want to use these for the determination of the rational density of the station network, further considerations are necessary. Knowing  $E(d)_{max}$  we can compute the confidence limits  $H(d)$  of the difference between the actual  $f(\mathbf{r}_0)$  value pertaining to point  $\mathbf{r}_0$

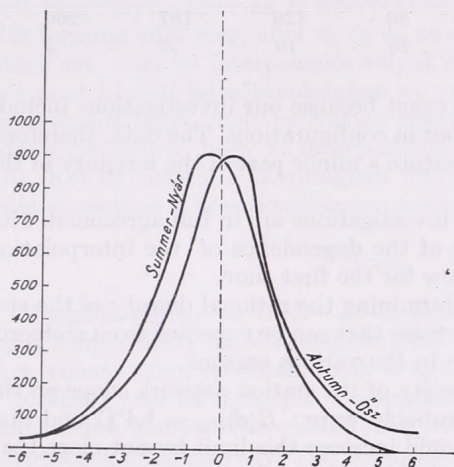


Fig. 3. — 3. ábra

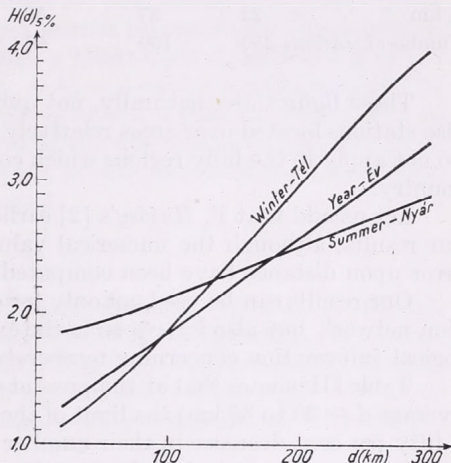


Fig. 4. — 4. ábra

and the interpolation value  $\varphi(\mathbf{r}_0)$  pertaining to the same point. These reliability limits are values that can be exceeded by the deviations in  $p$  per cent of the cases only. By using these values the relation between the actual and estimated values of the element investigated can be written as follows:

$$f(\mathbf{r}_0) = \varphi(\mathbf{r}_0) \pm H(d)_{p\%} \quad (17)$$

If the field is indeed homogeneous and isentropic, the value of the confidence limits  $H(d)$  can be given on the basis of the mean square error  $E(d)_{max}$ . In such cases, the limits  $\pm K\sqrt{E(d)_{max}}$  comprise a definite percentage of the deviation. If, for instance, the level of probability  $p$  is chosen as 5%, the corresponding confidence limits are given by  $K \simeq 2$ .

$$H(d)_{5\%} = 2 E(d)_{max} \quad (18)$$

This computation could be performed in this case, too, because the deviations  $f(\mathbf{r}_i) - f(\mathbf{r}_j)$  proved to be of normal distribution in all seasons. Fig. 3 shows the summer and the autumn curves. The spring and the winter curves are much the same as the autumn one.

Now by using Eq. (18) the 5% confidence limits of the interpolation error can be computed for the various interpolation distances  $d$ . As a result of these computations the curves  $H(d)_{5\%}$  are plotted in Fig. 4.

Fig. 4 shows only the summer and winter curves as well as the curve of the annual average because the spring and autumn curves run between them and have therefore no separate significance. The  $H(d)_{5\%}$  limits of the probable interpolation error are rather high values even for relatively small distances between stations, especially in the summer when they are greater than  $\pm 1.8^\circ\text{C}$  even in the case of very dense station network. In the winter season the situation is more favourable since the probability error can be reduced to  $\pm 1.0^\circ\text{C}$ . To illustrate the results, further

inferences will be drawn from the curve of the annual average. Table III contains the  $d$  distances pertaining to the various  $H(d)_{5\%}$  values and the number of stations required for the relevant distances.

TABLE III — III. TÁBLÁZAT

$H(d)_{5\%}$	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0
$d$ , km	22	37	50	80	120	187	260
Number of stations	250	100	50	20	10	5	2

These figures are, naturally, not quite exact because our investigations include also stations located over areas relatively poor in configurations. The data, therefore, do not apply to the hilly regions which constitute a minor part of the territory of the country.

Let us add that F. *Hajósy's* [2] earlier investigations are in full agreement with our results, although the numerical values of the dependence of the interpolation error upon distance have been computed now for the first time.

Our results can be used not only for determining the rational density of the station network but also for assessing the exactness that can be expected from meteorological information concerning temperature in the various seasons.

Table III. shows that at the present density of the station network (since on the average  $d \approx 30$  to 35 km) the limit of the probable error:  $H(d)_{5\%} \sim 1,4^\circ\text{C}$ , and that a fifty per cent decrease in their number would increase this limit by not more than  $0,1^\circ\text{C}$ . However, conclusions for practice can only be drawn if the other elements are also analysed accordingly.

*MS received: March 18, 1963.*

REFERENCES — IRODALOM

- [1] *Czelnai R. — Dési F. — Rákóczi F.*: On the principles determining the density of the network of meteorological stations. *Időjárás*, 67. évf. 1. szám. 1963. Budapest. (1—6 o.)
- [2] *Hajósy Ferenc*: Az éghajlatkutató állomások elhelyezésének szempontjai. — OMI hiv. kiadv. XXII. kötet. Beszámoló, Budapest, 1959. (90—98 o.)
- [3] *Колмогоров А. И.*: Локальная структура турбулентности в несжимаемой вязкой жидкости при очень больших числах Рейнольдса. *ДАН СССР* т. 30 № 4. 1941.
- [4] *Обухов А. М.*: О распределении энергии в спектре турбулентного потока. *Изв. АН СССР серия геогр. и геофиз.* № 4—5. 1943.
- [5] *Дроздов О. А. Шенделевский А. А.*: Теория интерполяции в стохастическом поле метеорологических элементов и её применение к вопросам метеорологических карт и рационализации сети. *Труды НИУ ГУГМС* серия 1 вып. 13. 1946.
- [6] *Гандин Л. С.*: О принципах рационального размещения сети метеорологических станций. *Труды ГГО* вып. 111. 1961. Ленинград.

## A HŐMÉRSÉKLETMÉRŐ HÁLÓZAT SŰRŰSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSÁRÓL

Korábbi tanulmányunkban [1] a meteorológiai mérések és megfigyelések szervezésének néhány elvével foglalkoztunk. Kifejtettük, hogy ha a mérések „minőségét” és a kapott információk felhasználásának módját adottnak tekintjük, akkor a feladatot pusztán mennyiségi kérdések vizsgálatára — pl. az állomáshálózat racionális sűrűségének meghatározására — szűkíthetjük le. A jelen tanulmányban is ezt az eljárást követjük, s a hazai hőmérsékletmérő hálózat racionális sűrűségére vonatkozóan bizonyos megállapításokat teszünk.

Tekintettel arra, hogy a léghőmérséklet térben folytonos elemnek tekinthető, vizsgálatunk során lehetőségünk van arra, hogy az ún. *interpolációs módszert* alkalmazzuk, amelyet *A. N. Kolmogorov* [3], *A. M. Obuhov* [4], *O. A. Drozdov*, *A. A.*

*Sepelevszkij* [5], és *L. Sz. Gangyin* [6] fejlesztettek ki. A módszer lényege az, hogy kiszámítjuk az interpoláció átlagos négyzetes hibáját az állomások egymás közötti távolságának függvényeként. Ez az  $E$ -vel jelölt hiba a vizsgált meteorológiai elem valóságos és interpoláció útján nyert értéke közötti átlagos négyzetes eltérést jelenti valamely adott közbeeső pontra vonatkozóan. [(1), . . . , (4) formulák]. Ha a számítások megkönnyítésére bevezetjük az  $M_{ij}$  autokorrelációs momentumot és a  $B_{ij}$  szerkezeti függvényt, akkor az  $E$  interpolációs hibát két pont közötti interpoláció esetén a (12) formula adja meg, ahol  $w_1$  és  $w_2$  az egyes pontok interpolációs súlyait jelenti. Feltéve azt, hogy az interpolációs súlyok értéke a távolsággal lineárisan változik, s a két pont közötti felezőtávolságban  $w_1 = w_2 = \frac{1}{2}$  — továbbá figyelembe véve azt a tapasztalati tényt, mely szerint az interpolációs hiba a távolsággal nő — arra az eredményre jutunk, hogy az interpolációs hiba értéke éppen a felezőpontban maximális. Két egymástól  $d$  távolságban fekvő pont között az interpoláció maximális hibája ez esetben a következőképpen adható meg:

$$E(d)_{max} = b_{01} - \frac{1}{4} b_{12} \quad (16)$$

Vizsgálatunkban az 1957—58-as évekből az *I. ábránkon* felsorolt 18 állomás reggeli hőmérsékleti adatait dolgoztuk fel. A különböző állomáspárokra, ill. távolságokra vonatkozóan meghatároztuk a szerkezeti függvény évszakos és évi értékeit (*I. táblázat*). Az itt szereplő homogenizált  $b_{ij}$  szerkezeti függvényt a *2. ábrán* szemléltetjük. Ennek felhasználásával a (16) formula alapján kiszámítottuk az  $E(d)_{max}$  interpolációs hibafüggvényt (*II. táblázat*).

Amennyiben a vizsgált elem mezejének homogén és izentróp volta feltételezhető, akkor az  $E(d)_{max}$  négyzetes hiba felhasználható az interpoláció  $p$  valószínűségi szinthez tartozó  $\pm H(d)_p$  konfidenciahatárainak kiszámításához. A *4. ábrán* az 5%-os konfidenciahatárok nyári, téli és évi görbéit mutatjuk be (ahol  $p$  annak valószínűsége, hogy az interpoláció hibája a konfidenciahatárokat túllépi). Látható e görbékből, hogy az interpoláció valószínű hibájának  $\pm H(d)_{5\%}$  határai már aránylag kis  $d$  távolság esetén is eléggé magasak, különösen nyáron. Ezeket az eredményeket még világosabbá teszi a *III. táblázat*. Ebben megadtuk azt, hogy különböző valószínű hibahatárokhoz mekkora  $d$  távolságok tartoznak, s ami ebből ered, hogy e távolságok megtartásához Magyarországon mennyi állomás lenne szükséges. Ezek az eredmények aránylag kevésbé tagolt felszínre vonatkoznak, amint *1. ábránk* magassági adataiból ez kitűnik, tehát nem érvényesek az ország területének kisebb részét elfoglaló hegyvidékekre.

A *III. táblázatból* látható, hogy a jelenlegi hazai állomáshálózat sűrűsége mellett (mivel  $d$  értéke átlagosan 30—35 km-nek vehető) a valószínű hiba határa  $\pm 1,4 C^\circ$ . Látjuk azt is, hogy az állomások számának felére csökkentése csupán  $0,1 C^\circ$ -kal növelné a valószínű hiba határát. Ebből a megállapításból azonban csak akkor vonhatunk le gyakorlati következtetést, ha ugyanezt a vizsgálatot más elemekre vonatkozóan is elvégezzük.

## Метод прогноза обеспеченности теплом

*Methode zur Vorhersage der Wärmeversorgtheit.* Der Verfasser gibt eine Methode zur Vorhersage der Summe der  $10^\circ$  übersteigenden Tagesmitteltemperaturen [ $\Sigma(t > 10^\circ)$ ] für die ganze Vegetationsperiode, sowie für den von dem Eintrittsdatum ( $D$ ) des Frühlings gerechneten ersten und zweiten Teil derselben. Als Index des Frühlingsbeginns wird der aus den Monatsmitteltemperaturen berechnete Zeitpunkt ( $D$ ) genommen, an welchem die Temperatur  $10^\circ$  dauernd übersteigt. Der Verfasser beweist, dass die Korrelationskoeffizienten zwischen  $D$  und  $\Sigma(t > 10^\circ)$  in Abhängigkeit von der geographischen Lage zwischen  $-0,6$  und  $-0,9$  liegen. Die Werte der Koeffizienten weisen praktisch keine Änderung mit der Zeit auf. Diese Korrelation sichert in  $85-100$  prozentiges Eintreffen der Vorhersage. Der Fehler ist kleiner, als die mittlere quadratische Streuung von dem Mittel der vieljährigen Summen. Solche Vorhersagen können auch nach den Beginnzeitpunkten der phänologischen Phasen der wildwachsenden Pflanzen angefertigt werden. Auf ähnlicher Weise kann auch die jährliche Strahlungsbilanz in Kkal/cm<sup>2</sup>. Jahr Einheiten vorhergesagt werden.

\*

Количество тепла за сравнительно длительный период может быть выражено суммой калорий на см<sup>2</sup> или суммой температур за соответствующий период времени. Между ними, по исследованию М. И. Будыко, в общем существует весьма тесная связь, имеющая форму прямой пропорциональности, причем сумма температур выше  $10^\circ$ , деленная на 100 примерно равна радиационному балансу в ккал. см<sup>-2</sup> год<sup>-2</sup> [1].

Для прогноза указанных величин и особенно сумм температур важное значение имеет установление асинхронных связей по данным многолетних метеорологических наблюдений. Здесь имеются, однако, значительные трудности. Во первых коэффициенты корреляции между предшествующими и последующими синоптическими процессами или элементами погоды в общем невелики и, во вторых, они меняются во времени. Доказать это можно на материалах любой станции, имеющей длинные ряды наблюдений. Так, например, коэффициент корреляции между температурами даже соседних месяцев — июля и августа — в Ленинграде за период более 200 лет (1744—1960 гг) составляет всего 0.27. По отдельным достаточно длинным и непрерывным периодам он меняется от  $-0.25$  до 0.58.

Априори можно считать, что при осреднении температуры соседних месяцев по скольким бы периодам связь между средними величинами повысится, и, если коэффициенты корреляции будут устойчивыми во времени то, зная температуру предыдущего месяца за  $n$  лет (включая текущий год), а среднюю температуру последующего месяца за  $n-1$  лет (исключая текущий год), легко можно определить ожидаемую температуру предстоящего месяца. Исследования, однако, показывают, что связи меняются во времени и при осреднении данных за любые периоды. Так, коэффициент между средними температурами июля и августа в Ленинграде по скользящим десятилетиям за весь указанный период составляет 0.39, изменяясь во времени от  $-0.83$  до 0.86, по скользящим пятидесятилетиям он равен 0.47, изменяясь по отдельным периодам от  $-0.82$  до 0.90.

Связь между температурами соседних месяцев в общем мала потому что температура любого месяца в своем вековом ходе смешается то в одну, то в другую сторону. Температура свойственная самому теплomu месяцу — июлю — в отдельные годы наблюдается и в июне и в августе. Июль как бы смешается на  $\pm 1$  месяц. То же самое происходит с августом. Таким образом, при корреляции температуры июля и августа за многолетний период, в статистическом ряду как бы сочетаются месяцы с июня по сентябрь включительно. Смещение температуры зимних месяцев происходит в диапазоне  $\pm 2$  месяца. Поэтому коэффициент корреляции между температурами, например, января и февраля еще меньше ( $r = 0.21$ ) — в данном случае сочетаются месяцы целого полугодия с ноября по апрель включительно.

\* Автор Академик Ф. Ф. Давитая, Институт географии им. Вахушти Академии наук Грузинской ССР (Тбилиси).

Изменчивость связей во времени имеет случайную природу и происходит по законам игры. Характерно, что примерно с 20-х годов нашего века положительный коэффициент корреляции между предыдущим и последующим явлениями погоды довольно высок. Материалами этого периода оперируют многие исследователи в своих выводах, но никто не может сказать, как долго сохраняются эти связи, когда они обратятся в нуль или примут отрицательное значение. Между тем такая трансформация указанных связей совершенно обязательна, также как после неопределенно долгого выигрыша с неизбежностью следует проигрыш или ничья. Ясно, что такие связи ненадежны и их прогностическая значимость ограничена. Ввиду случайной природы указанных связей можно ожидать, что

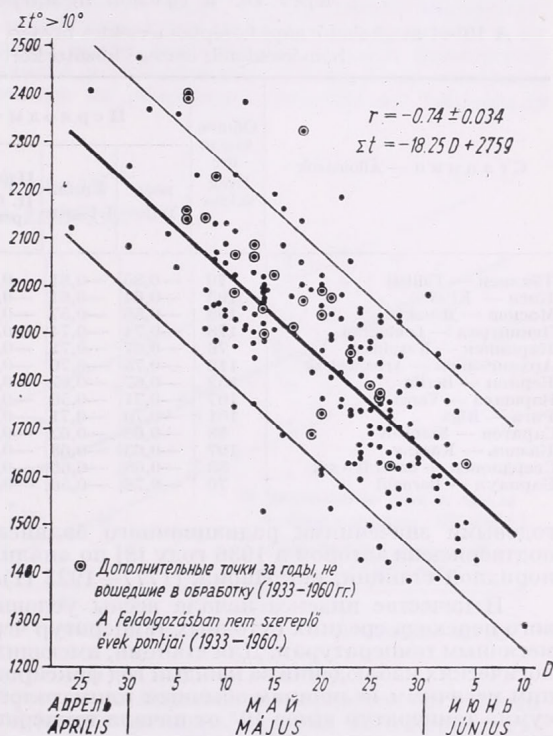


Рис. 1. Связь между датой весеннего перехода температуры через  $10^{\circ}$  ( $D$ ) и суммой температур выше  $10^{\circ}$  за весь вегетационный период ( $\Sigma t$ ); Ленинград, 1744—1960 гг.

1. ábra: Kapcsolat a  $10^{\circ}$ -ot meghaladó középhőmérséklet tavaszi határnapja ( $D$ ) és az egész vegetációs időszak  $10^{\circ}$ -nál magasabb hőmérsékleteinek összege ( $\Sigma t$ ) között. Leningrád, 1744—1960.

в пределах длинных и непрерывных рядов наблюдений, в некоторые периоды коэффициенты корреляции иногда окажутся более высокими между температурами отдаленных, чем близких или соседних месяцев.

Поскольку температура календарного месяца, принимаемая в качестве аргумента, смещается в различные годы то в одну, то в другую сторону, а зависимая величина также сдвигается во времени, целесообразно в качестве аргумента взять такую величину, которая в каждом году была бы строго одинаковой, точнее фиксировала бы одну и ту же фазу годового хода температуры. Такой величиной может быть средняя температура месяца или любого другого периода, предшествующего дате устойчивого перехода температуры через определенные пределы или следующего за ней или еще лучше и проще сама дата такого перехода. Со смещением этой даты на ранние или поздние сроки прямо связано изменение длины дня, высоты солнца и интенсивности прямой солнечной радиации, нагрев деятельной поверхности, затрата тепла на испарение и турбулентный теплообмен. Устойчивый переход средних суточных температур от одного уровня к другому и все следующие за ним процессы осуществляются практически одновременно на огромных пространствах и это не может не сказаться на макромасштабную циркуляцию атмосферы. Синоптические же процессы, подготовившие и обусловившие такой переход имеют некоторую инерцию и, в свою очередь, в какой то

мере влияют на последующий ход развития атмосферных процессов. Обе эти тенденции, как правило, действуют в одном и том же направлении и повышают роль переходного периода от зимы к весне, как индикатора теплообеспеченности всего летнего полугодия. Все это, в конечном итоге, отражается на закономерностях годового хода температуры. Если это так, то должна существовать зависимость между началом весны и суммой температур вегетационного периода или

ТАБЛИЦА I — I. TÁBLÁZAT

Коэффициенты корреляции между датой устойчивого перехода температуры через  $10^\circ$  и суммой температур выше  $10^\circ$

A  $10^\circ$ -ot meghaladó napi középhőmérséklet tavaszi határnapja és a  $10^\circ$ -nál magasabb hőmérsékletek összege közötti korreláció együtthatói.

Станции — Állomások	Общее число лет Évek száma	Периоды — Periódusok					Типы атмосферной циркуляции — A légköri cirkuláció típusai		
		весь Teljes	I пол. I. félper.	II пол. II. félper.	четные года Páros évek	нечетные года Páratlan évek	1891— 1928	1929— 1939	1940— 1957
Тбилиси — Tbilizi	70	-0,85	-0,81	-0,59	-0,69	-0,71			
Киев — Kijev	103	-0,64	-0,61	-0,62	-0,71	-0,58			
Москва — Moszkva	108	-0,56	-0,57	-0,62	-0,62	-0,61	-0,66	-0,64	-0,71
Ленинград — Leningrád	178	-0,74	-0,74	-0,75	-0,78	-0,69	-0,78	-0,64	-0,71
Карпинск — Karpinszk	76	-0,67	-0,71	-0,65	-0,76	-0,67			
Архангельск — Arhangelszsk	112	-0,75	-0,76	-0,73	-0,71	-0,76			
Берлин — Berlin	152	-0,67	-0,67	-0,65	-0,59	-0,73			
Варшава — Varsó	107	-0,71	-0,50	-0,73	-0,71	-0,74			
Рига — Riga	101	-0,70	-0,71	-0,69	-0,65	-0,77			
Саратов — Szarátov	58	-0,66	-0,62	-0,67	-0,69	-0,60			
Казань — Kazány	107	-0,63	-0,68	-0,64	-0,75	-0,58			
Свердловск — Szverdlovszk	83	-0,68	-0,66	-0,71	-0,78	-0,57			
Барнаул — Barnaul	70	-0,78	-0,56	-0,80	-0,79	-0,73			

годовыми значениями радиационного баланса. Эта мысль была высказана и подтверждена автором в 1936 году [3] по анализу ежегодных данных такой длинной станции, как Париж (1777—1923 гг).

В качестве индекса начала весны условно можно принять дату устойчивого перехода средних суточных температур через  $10^\circ$ , определяемую по средним месячным температурам. Для станции, имеющих наиболее длинные ряды метеорологических наблюдений за каждый год фиксировалась указанная дата и по средним месячным величинам обычным климатологическим методом подсчитывалась сумма температур выше  $10^\circ$  от начала температуры  $+10^\circ$  весной до устойчивого перехода ее через  $+10^\circ$  осенью. Сопоставление их показало, что существует довольно высокая связь между началом развертывания весны и суммой температур за теплую часть года. Чем позднее наступает дата устойчивого перехода температуры через  $10^\circ$  (или через любой другой предел температуры) в каждом году, тем меньше  $\Sigma/t > 10^\circ$ ). Поздняя весна является предвестником общего дефицита тепла в данном году. Иначе говоря, отрицательная аномалия температуры весной в подавляющем большинстве случаев не компенсируется положительной ее аномалией летом и осенью. Зима как бы наступает на весну, предопределяя последующий ход развития атмосферных процессов в теплую часть года. Смещение сезона во времени, однако, не происходит. Лето и осень, как правило, не вдвигаются в сторону зимы. Коэффициенты корреляции между датами начала весны и  $\Sigma/t > 10^\circ$ ) выражаются величинами от  $-0,6$  до  $-0,9$  в зависимости от географического района. В прогностических же связях, где учитываются определенные допуски, значения коэффициентов более 0,4 считаются неплохими.

Необходимо подчеркнуть, что речь идет именно о суммах температур за сравнительно длительный период, в отдельные отрезки которого зависимость температуры от развертывания весенних процессов может принять различные значения.

На рис. 1 представлены результаты обработки данных по Ленинграду за 1744—1932 гг. За последние 28 лет (1933—1960 гг) данные намеренно не были

включены в обработку с целью проверить в какой мере они будут укладываться в установленные закономерности. Как видно из этих данных коэффициент корреляции оказался равным  $-0.74$ . Из общего числа 206 лет данные за 177 лет (86%) уложились в пределах допуска на величину, равной среднему квадратичному отклонению от средних многолетних сумм ( $220^\circ$ ) и только данные за 29 лет (14%) вышли за эти пределы.

Ан алогичная обработка данных была проведена по многим другим станциям, расположенным по Советскому Союзу более или менее равномерно. Получились такие же результаты.

Выше указывалось, что для прогностических расчетов высокие значения коэффициентов корреляции недостаточны. Надо еще, чтобы они оставались стабильными при изменении статистического ряда или на новом материале, который раньше не включался в обработку. Если коэффициенты меняются во времени, то они заведомо непригодны ввиду отсутствия под ними физической основы. В целях проверки надежности установленных связей были отобраны длиннорядные станции, расположенные на различных широтах от Тбилиси до

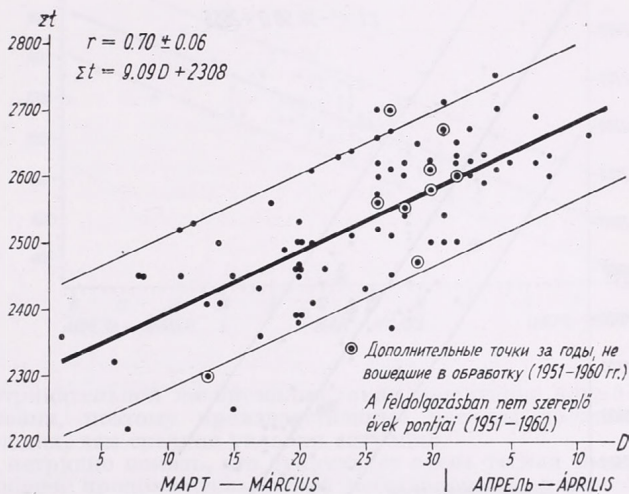


Рис. 2. Связь между датой весеннего перехода температуры через  $10^\circ$  ( $D$ ) и суммой температур выше  $10^\circ$  ( $\Sigma t$ ) за четыре месяца от этой даты; Ташкент, 1877—1960 гг.

2. ábra: A  $10^\circ$ -ot meghaladó középhőmérséklet tavaszi határnapja ( $D$ ) és az e határnapot követő négy hónap  $10^\circ$ -nál magasabb hőmérsékleteinek összege közötti kapcsolat. Taskent, 1877—1960.

⊙ Дополнительные точки за годы, не вошедшие в обработку (1951—1960 гг.)  
A feldolgozásban nem szereplő évek pontjai (1951—1960.)

Архангельска и на различных долготах — от Берлина до Барнаула. По данным этих станции были подсчитаны коэффициенты корреляции за весь период наблюдений, за первую и вторую половину этого периода, но с выборкой данных через год (четные и нечетные годы), а также для Москвы и Ленинграда за отдельные периоды, характеризовавшиеся преобладанием различных типов летней циркуляции, согласно классификации Г. Я. Вангенгейма и А. А. Гурца [2].

Из таблицы I видно, что установленные связи остаются высокими за различные периоды и практически не меняются во времени. Устойчивость связей может быть объяснена тем, что как развертывание весны, так и последующий ход погоды определяются, как правило, одними и теми же крупномасштабными процессами. При господствующем западно-восточном переносе первопричиной этих процессов, повидимому, является различие в теплоемкости океанов и суши. Сложный механизм этого влияния требует, однако, специального исследования.

Характер зависимости сумм температур от начала весенних процессов неодинаков и различные части вегетационного периода с одной стороны и для южных и северных районов с другой. Чем позже наступает весна, тем больше сумма температур за первые 1—3 месяца (на крайнем юге за 4 месяца) после даты перехода температуры через  $10^\circ$ . Продолжительность этого периода уменьшается с юга на север. Коэффициенты корреляции выражаются в умеренных и низких широтах величинами от  $+0.5$  до  $+0.7$ . Соответственно увеличиваются отрицательные коэффициенты корреляции между датами начала температуры

выше 10° весной и суммами температур выше 10° за вторую часть вегетационного периода. Теснота этой связи обеспечивает почти стопроцентную оправдываемость прогнозов для южных районов (рис. 3).

Закономерное увеличение сумм температур в первый период вегетации при поздних веснах является причиной ускорения начальных темпов развития растительности, для объяснения которого необоснованно привлекалась теория фотопериодизма.

В высоких широтах коэффициенты за первую часть вегетационного периода уменьшаются, оставаясь в общем положительными. Эта связь обусловлена в основном изменением интенсивности притока солнечной радиации и длины дня, влияние которых в свою очередь отражается на увеличение общего радиационного баланса деятельной поверхности. Кроме того при близком радиационном балансе на южных и северных станциях наступление 10 градусной темпера-

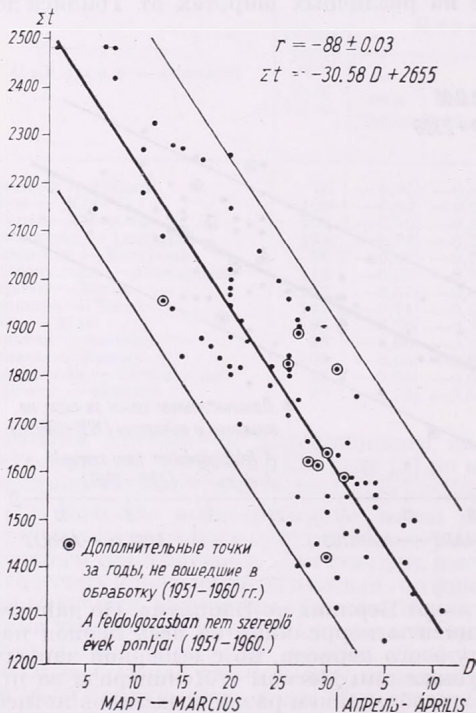


Рис. 3. Связь между датой весеннего перехода температуры через 10° (D) и суммой температур выше 10° (Σt) спустя четыре месяца от этой даты до конца вегетационного периода; Ташкент, 1877—1960 гг.

3. ábra: A 10°-ot meghaladó középhőmérséklet tavaszi határnapja (D) és az ezt követő négy hónap után következő időszak 10°-nál magasabb hőmérsékleteinek összege közötti kapcsolatot. Taskent, 1877—1960.

туры значительно запаздывает с увеличением широты и в высоких широтах практически совпадает с максимумом радиационного баланса в его годовом ходе. После устойчивого перехода температуры через 10° радиационный баланс деятельной поверхности на севере обычно идет на спад. По этой причине в северных районах прогностические связи недостаточны для расчета сумм температур на первую часть вегетационного периода. На вторую же часть вегетационного периода (исключая первые один-два месяца от даты перехода температуры через 10°) повышаются коэффициенты корреляции и в северных районах и прогнозы становятся более надежными. Оправдываемость их составляет около 90%.

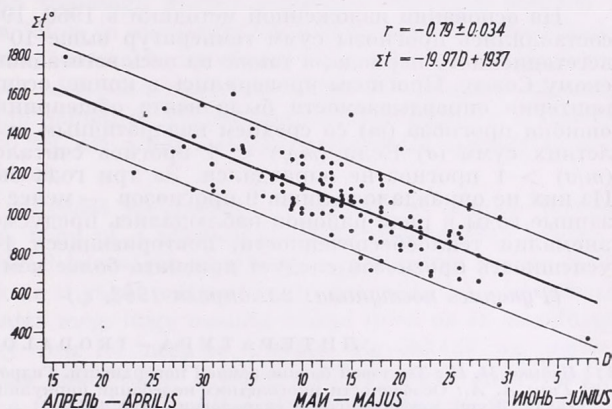
Для южных районов и средней полосы СССР прогностические связи позволяют производить расчеты отдельно за первую и вторую части вегетационного периода. На рис. 2—3 это показано для Ташкента.

Увеличение сумм температур за весь вегетационный период при ранней весне происходит не только за счет удлинения начального периода вегетации, но

и за счет большего притока тепла во вторую часть вегетационного периода. Это в свою очередь способствует осеннему переходу температуры через  $10^{\circ}$  в сравнительно более поздние даты и некоторому удлинению осеннего периода. В среднем чем раньше наступает весна, тем позднее наступает осень и наоборот. Правда эта закономерность выражена не очень четко (коэффициенты корреляции  $-0.2$ ,  $-0.4$ ), но казалось бы более естественным, если бы ее не существовало вовсе или корреляционная зависимость была бы не обратной, а прямой. Соответственно при раннем наступлении весны, осенние заморозки имеют некоторую тенденцию сдвигаться на более поздние сроки и, наоборот, поздняя весна сопряжена с более ранним наступлением осенних заморозков. Эта тенденция также выражена слабо (коэффициенты корреляции в пределах  $-0.2$ ,  $-0.3$ ), но здесь важно то, что при ранней весне т. е. при ожидаемой положительной аномалии сумм температур смело можно ориентироваться на средние многолетние даты

Рис. 4. Связь между датой цветения липы ( $D$ ) и суммой температур выше  $10^{\circ}$  от этой даты до конца вегетационного периода ( $\Sigma t$ ); Ленинград, 1941—1960 гг.

4. ábra: A hárs virágzásának kezdete ( $D$ ) és az e határnaptól a vegetációs periódus végéig terjedő időszak  $10^{\circ}$ -nál magasabb hőmérsékleteinek összege ( $\Sigma t$ ) közötti viszony. Leningrád, 1841—1960.



осенних заморозков. При отрицательной же аномалии такая ориентация климатологически менее обоснована, поэтому производственные расчеты должны строиться с учетом более худших, чем средние условия ситуации.

Из изложенного выше нетрудно понять, что существует очень тесная связь между началом весны и общей продолжительностью вегетационного периода (коэффициенты корреляции  $-0.8$ ,  $-0.9$ ). Это дает возможность еще в момент посева растений успешно прогнозировать сроки их созревания. При условий орошения или надежного прогноза осадков, в начале сева в принципе могут быть рассчитаны возможные урожаи в ц/га, а при отсутствии и того и другого может быть дан качественный прогноз урожая (больше-меньше), определив в момент посева ожидаемую до конца осени сумму температур по предлагаемой методике. Задача агротехники, удобрения и всей системы приемов возделывания растений состоит в том, чтобы в аномально теплый год, когда энергетических ресурс в избытке, обеспечить наиболее продуктивную работу «зеленой машины», в аномально холодный же год не допустить снижения урожая ниже того высокого уровня, который обеспечивается ожидаемым теплом.

Дату устойчивого перехода температуры через любые пределы можно определить только спустя некоторое время после того, как она уже наступила. Это создает известные неудобства и в использовании изложенного метода для оперативных целей. Эти трудности, однако, могут быть преодолены, используя фенологические наблюдения над дикой растительностью. Повидимому самыми длинными в мире рядами непрерывных фенологических наблюдений располагает Ленинград. Сводки этих уникальных наблюдений над зелеными березы, цветением черемухи, сирени и липы нам любезно были предоставлены научным руководителем фенологического сектора географического общества Союза ССР Г. Э. Шульцем. Сопоставление фенологических дат с последующими суммами температур за вегетационный период показало столь высокую связь между ними, что по феноиндикаторам оказывается возможным рассчитать, какое количество тепла может быть получено на весь вегетационный период, а также на

первую и вторую его части. На рис. 4 показана связь между датами цветения липы (*Tilia cordata*) и суммой температур за период от этих дат до устойчивого перехода температур через  $10^{\circ}$  осенью. Если принять допуск рассчитанных по этой связи температур в пределах среднего квадратичного отклонения, то обеспеченность прогноза по данным за 120 лет непрерывных наблюдений (1841—1960 гг) составляет 92%.

Аналогичные связи установлены нами по другим феноиндикаторам как по Ленинграду так и по Москве, Вологде и Свердловску за период от более 60 до 120 лет непрерывных наблюдений. Эти связи, как и следовало ожидать, не меняются во времени, чем и определяется их важное прогностическое значение.

При отсутствии фенологических наблюдений устойчивый переход температуры воздуха через любые пределы и дата наступления весны в оперативном порядке могут быть определены также по температуре почвы на определенной глубине. Этот вопрос требует, однако, специального исследования.

На основании изложенной методики в 1960, 1961 и 1962 гг в начале весны составлялись прогнозы сумм температур выше  $10^{\circ}$  на первую и вторую части вегетационного периода, а также на весь вегетационный период по всему Советскому Союзу. Прогнозы проверялись в конце осени каждого года. В качестве критерия оправдываемости была взята общепринятая методика — сравнение ошибки прогноза ( $m$ ) со средним квадратичным отложением от средних многолетних сумм ( $\sigma$ ) Если  $(m/\sigma) < 1$  прогноз считался оправдавшимся, если же  $(m/\sigma) > 1$  прогноз не оправдался. За три года было составлено 92 прогноза. Из них не оправдалось лишь 9 прогнозов — менее 10%. Учитывая, что в указанные годы в ряде районов наблюдались предусмотренные прогнозом сильные аномалии теплообеспеченности, повторяющиеся 1—2 раза в 100 лет, такую успешность прогнозов следует признать более чем удовлетворительной.

(Рукопись поступила: 23. апреля 1963. г.)

#### ЛИТЕРАТУРА — IRODALOM

- [1] Будыко М. И.: Тепловой баланс земной поверхности. Гидрометеиздат, Л., 1956.
- [2] Гирс А. А.: Особенности многолетних колебаний циркуляции атмосферы в отдельных месяцах годах. Журн. метеорология и гидрология., №12, 1958.
- [3] Давытая Ф. Ф.: Климатические зоны винограда в СССР. Гидрометеиздат, Л., М., 1938.
- [4] Давытая Ф. Ф.: Климатологические основы долгосрочного прогноза температуры. Тезисы докладов на Всесоюзном научном метеорологическом совещании, секция синоптической метеорологии, Гидрометеиздат, Л., 1961.

×

### A HŐELLÁTOTTSAÉG ELŐREJELZÉSÉNEK MÓDSZERE

Egy aránylag hosszú időszak hőmennyiségét egyrészt az egy négyzetcentiméterre jutó kalória összegével, másrészt az illető időszak napi középhőmérsékleteinek összegével: a hőösszegel fejezhetjük ki. *M. I. Budiko* kutatásai szerint e két mennyiség között igen szoros összefüggés áll fenn egyenes arányosság formájában; a  $10^{\circ}$ -nál magasabb napi középhőmérsékletek összege 100-zal osztva közelítőleg egyenlő a  $\text{Kkal/cm}^2$  év-ben kifejezett sugárzásegyenlőgel [1].

Az említett érték és különösen a hőösszeg előrejelzéséhez alapvetően fontos az aszinkron kapcsolat bevezetése a meteorológiai megfigyelések sok évi adatsoránál. Ámde éppen itt jelentős a nehézség. Először is az egymást követő szinoptikus folyamatok és az időjárás elemek közötti korrelációs együtthatók nem valami nagyok, másodsor meg időben változnak. Ez bebizonyítható bármely hosszú sorozattal rendelkező állomás adataiból. Így pl. Leningrádnak 200 évnél hosszabb (1744—1960) adatsorából két szomszédos hónap — július, augusztus —, hőmérséklete közötti korrelációs együttható mindössze 0,27. Más, ugyancsak elég hosszú, megszakítás nélküli sorozatú állomás adatainál ez —0,25 és 0,58 között változik.

Elleve föltehetjük, hogy ha szomszédos hónapok középhőmérsékletét ölelkező időszakok szerint állítjuk elő, akkor a középértékek között erősödik a kapcsolat; ha pedig a korrelációs együttható időben nem változik, akkor, mivel ismerjük az egyik hónap középhőmérsékletét  $n$  évre (a folyó évet belevéve), valamint a rákövet-

kező hónap középhőmérsékletét  $n-1$  évre (a folyó évet kivéve), könnyen meghatározhatjuk az esedékes hónap várható hőmérsékletét. A kutatások azonban kimutatták, hogy e kapcsolat az időben változik, még ha bármilyen időszakra képezzük is a középértéket. Így Leningrád július és augusztusi középhőmérséklete közötti korrelációs együttható az ölelkező évtizedek szerint az egész említett időszakra 0,39, időben viszont  $-0,83$ -tól  $0,86$ -ig változik; ölelkező 50 éves időszakok szerint már  $0,47$ , időben pedig  $-0,82$ -tól  $0,90$ -ig változik.

A szomszédos hónapok hőmérséklete közötti kapcsolat általában laza, mivel bármely tetszőleges hónap a saját évszázados menetében egyszer az egyik, másszor a másik szomszédos hónapéhoz esik közelebb. Legmagasabb hőmérsékletű hónapnak a júliust tartjuk, de egyes években a június, máskor meg az augusztus a legmelegebb. A július mintegy  $\pm 1$  hónap tágasságú közben ingadozik. Ugyanez történik az augusztussal is. Ilyenformán július és augusztus középhőmérséklete korrelálásakor a sokévi átlag szerint statisztikai sorozatban júniustól szeptemberig bezárólag szinte összefolynak a hónapok. A téli hónapok középhőmérséklete kilengéseinek tágassága  $\pm 2$  hónapnyit is elér. Ezért pl. január és február hőmérséklete között a korrelációs együttható még kisebb ( $r = 0,21$ ), sőt adott esetben novembertől áprilisig az egész téli félév hónapjai fölcserélődnek.

A kapcsolatok időbeli változása esetenkénti természetű és minden törvényszerűségtől mentes. Jellemző, hogy pl. a mostani évszázad 20-as éveitől kezdve az egymás után következő időjárási jelenségek korrelációs együtthatója pozitív és elég magas. Ennek az időszaknak az anyagát számos kutató használta fel a következtetéseinél, de egyik se mondhatta meg, hogy meddig marad ilyen ez az összefüggés, mikor csökken nullára, vagy vesz fel negatív értéket. Egyébként az említett kapcsolatok ilyen átalakulása tökéletesen szükségszerű, éppúgy, mint ahogyan meghatározatlan időn belül a nyereség elkerülhetetlenül veszteséggé, vagy zérussá válik. Világos azonban, hogy ezek a kapcsolatok bizonytalanok és előrejelzésük értéke korlátozott. Tekintve az említett összefüggés esetleges természetét, várható, hogy hosszú és folyamatos megfigyelési sorozat határai között egyes periódusokban a korrelációs együttható az egymástól távol eső hónapok hőmérsékleti értékei között néha magasabbaknak mutatkoznak, mint közeli, vagy szomszédos hónapok esetében.

A naptári hónapok középhőmérséklete, amely alkalmas arra, hogy jellemszámunk vegyük, a különböző években hol az egyik, hol a másik irányban kileng és mint függő mennyiség még az időben is eltolódik; célszerű tehát olyan mennyiséget választanunk jellemszám gyanánt, amely minden évben szigorúan ugyanaz, és pontosabban rögzíti a hőmérséklet évi járásának ezt, vagy azt a fázisát. Ilyen mennyiség lehet annak a hónapnak, vagy bármely más periódusnak a középhőmérséklete, amely hónap vagy periódus megelőzte, vagy követte a hőmérsékletnek valamely adott küszöbértéken való tartós áthaladását, vagy méginkább, sőt legegyszerűbben lehet az magának a küszöbérték átlépésének a dátuma. Ennek az időpontnak a beállása — korábbra, vagy későbbre tolódása —, egyenesen arányos a nap hosszával, a napmagassággal, a direkt besugárzás intenzitásával, az aktív felszín fölmelegedésével, a párolgásra fordított hővel és a turbulens kicserélődéssel. A napi középhőmérsékletnek a tartós áthaladása egyik hőmérsékleti szintből a másikba, valamint minden ebből következő folyamat gyakorlatilag nagy területen egyidejűleg megy végbe és ez föltétlenül kihathat a légkör makroméretű cirkulációjára. A szinoptikus folyamatoknak pedig, amelyek előfeltételei és meghatározói e küszöbérték átlépésének, némi tehetetlenségük van és bizonyos mértékben hatnak az elkövetkezendő légköri folyamatok kifejlődésére. Ez a két tendencia rendszerint egy és ugyanazon irányba hat és a télből a tavaszba hajlás időszakának, mint az egész nyári félév hőellátottság-indikátorának a szerepét kiemeli. Végeredményben mindez tükröződik a hőmérséklet évi járásának

törvényszerűségeiben. Ha azonban ez így van, akkor kell lennie összefüggésnek a tavasz kezdete és a vegetációs időszak hőösszege, illetve a sugárzásegyenleg évi értéke között. Ezt az elgondolást fejtette ki és alapozta meg a szerző 1936-ban [3] Párizs hosszú adatsorának (1777—1923) elemzése alkalmával.

A tavasz kezdetét jelző indexként föltételelesen a  $10^{\circ}$ -ot tartósan meghaladó napi középhemérsékletek határnapját vehetjük, amelyet a havi középértékekből határozhatunk meg. A leghosszabb sorozatú meteorológiai állomások adataiból minden évre meghatároztuk ezt a határnapot, és a havi középértékek alapján a szokásos klimatológiai módszerekkel kiszámítottuk a  $10^{\circ}$ -nál magasabb napi középhemérsékletek összegét a  $10^{\circ}$ -os középhemérséklet tavaszi és őszi határnapja közötti időszakra. Az eredmények egybevetésekor kitűnt, hogy kielégítően szoros összefüggés van a tavasz kezdete és az év meleg időszakának hőösszege között. Mennél későbbre esik a  $10^{\circ}$ -os középhemérséklet tavaszi határnapja (vagy egyéb küszöbérték határnapja) minden egyes évben, annál kisebb a  $\Sigma(t > 10^{\circ})$  adott esztendőben egy késői tavasz általános hőhiányának az előhírnöke. Más szóval a tavaszi negatív anomáliát az esetek túlnyomó többségében nem kompenzálja a nyár és az ősz pozitív anomáliája. Ha a tél meghosszabbodik a tavasz rovására, szinte előre meghatározza az év meleg időszaka légköri folyamatainak fejlődés-menetét. Az évszakok azonban nem cserélődhetnek föl. A nyár és az ősz nem tolódhat ki a tél rovására. A tavasz kezdete és a  $\Sigma(t > 10^{\circ})$  között fönnálló korrelációs együtthatóinak értéke a földrajzi környezettől függően  $-0,6$  és  $-0,9$  között van. Az előrejelzéshez használatos összefüggéseknél, ahol bizonyos eredményeket is tekintetbe vesznek, a  $0,4$ -nél nagyobb együtthatók hatók nem számítanak rossznak.

Hangsúlyoznunk kell, hogy aránylag hosszú periódusok hőösszegéről van szó, és ezeknek az egyes periódusaiban a hőmérsékletnek a tavaszi folyamatok kibontakozásától való függése különböző értékeket vehet föl.

Az 1. ábrán Leningrád adataiból (1744—1932) készült feldolgozás eredményeit mutatjuk be. Az utolsó 28 év (1933—1960) adatait szándékosan kihagytuk azért, hogy lássuk, mennyire felelnek majd meg a megállapított törvényszerűséseknek. Amint ezekből az adatokból megállapítható,  $-0,74$  a korrelációs együttható. A 206 évből 177 évnek (86%) az adata fekszik a megszabott határon belül, amely egyenlő a közepes sok évi hőösszeg ( $220^{\circ}$ ) közepes négyzetes eltéréssel és csak 29 év adata (14%) esik kívül ezen a határon.

Ugyanígy feldolgoztuk még sok más állomás adatát is. Ezek az állomások a Szovjetunió területén többé-kevésbé egyenletesen oszlanak el. A kapott eredmény mindenütt azonos volt.

Főntebb rámutattunk, hogy prognosztikai számításokra a magasabb értékű korrelációs együtthatók sem elégségesek. Szükséges még az is, hogy ezek az együtthatók a statisztikai sor változásakor, vagy a feldolgozásba eddig be nem vont újabb anyag hozzácsatolásakor se változzanak. Ha az együtthatók időben változnak, akkor fizikai alapjuk nyilvánvaló hiánya folytán teljesen használhatatlanok. A föltételezett kapcsolat fennállásának vizsgálata céljából ráadjunk ki hosszú sorozatú, Arhangelszktól Tbilisziig különböző szélességeken, és Berlintől—Barnaugig különböző hosszúságokon fekvő állomásokat. Ezen állomások adataiból kiszámítottuk a korrelációs együtthatókat a megfigyelések teljes periódusára, e periódus első és második felére, szétválasztva még páros és páratlan évekre is, továbbá Moszkva és Leningrád egyes azon periódusaira is, amelyeket a nyári cirkuláció szempontjából *G. J. Vangenheim* és *A. A. Girsz* az általuk [2] megállapított különböző típusokba soroltak.

Az 1. táblázatból kitűnik, hogy a megállapított kapcsolatok szorosak maradnak különböző periódusokban is és gyakorlatilag az időben változatlanok. A kapcsolatok megmaradását azzal magyarázhatjuk, hogy mind a kitavaszkodást, mind pedig az ezt

követő időszak időjárását, rendszerint ugyanazok a mikroszinoptikus folyamatok határozzák meg. Ezeknek a folyamatoknak az elsődleges oka az uralkodó nyugatkeleti áramlás mellett nyilván a szárazföld és az óceán hőkapacitása közötti különbség. E jelenség bonyolult mechanizmusa azonban további speciális kutatást igényel.

A hőösszegnek a tavaszeleji folyamatoktól való függése egyfelelől a vegetációs időszak különböző intervallumai, másfelől a déli és északi területek tekintetében egyaránt eltérő. Mennél később kezdődik a tavasz, annál nagyobb a  $10^{\circ}$ -os napi középhőmérséklet tavaszi határnapja utáni első 1—3 (a déli határon 4) hónap hőösszege. Ennek a periódusnak a tartama délről észak felé csökken. A korrelációs együtthatók értéke a közepes és az alacsonyabb szélességeken  $+0,5$ -től  $+0,7$ -ig terjed. Ugyanígy növekszenek a  $10^{\circ}$ -os középhőmérséklet tavaszi határnapját és a  $10^{\circ}$ -nál magasabb hőmérsékletek összegeit jellemző negatív korrelációs együtthatók a vegetációs időszak második felében. Ennek az összefüggésnek a szorossága majdnem 100%-os bevényt biztosít a déli területekre vonatkozó előrejelzéseknek (lásd a 3. ábrát).

Késői tavasz esetén a vegetációs időszak első felében a hőösszeg törvényszerű növekedése az oka a növényzet kezdeti gyors fejlődésének, amely körülmény magyarázatára főleg a fotoperiódus elméletet bevonni.

A magasabb szélességeken a vegetációs időszak első felében az együtthatók csökkennek és általában pozitívak maradnak. Ezeknek az összefüggéseknek az okát a besugárzás alapvető változásában és a nap hosszának változásában kell keresnünk, amely jelenségek befolyása az aktív felszín sugárzás-egyenlegének megnövekedésében tükröződik. Ezenkívül közel egyforma sugárzás-egyenleg esetén az északi és déli állomásokon a  $10^{\circ}$ -os középhőmérséklet határnapja a szélesség növekedésével jelentősen késik és a magasabb szélességeken gyakorlatilag egybeesik a sugárzás egyenleg évi járásának maximumával. A hőmérsékletnek a  $10^{\circ}$ -on való határozott áthaladása után az aktív felszín sugárzás-egyenlege északon rendszerint csökken. Ennek következtében az északi területekre érvényes prognosztikai összefüggések nem elégségesek a vegetációs időszak első részére vonatkozó hőösszeg kiszámításához. A vegetációs időszak második részében (a  $10^{\circ}$ -os középhőmérséklet határnapja után 1—2 hónapot leszámítva), a korrelációs együttható értéke emelkedik, s így az északi területekre a prognózisok is megbízhatóbbakká válnak. Bevélyük kb. 90%-ot ér el.

A déli területekre és a Szovjetunió középső sávjára vonatkozólag a prognosztikai összefüggések megengedik a számítások elvégzését a vegetációs időszaknak külön az első és külön a második szakaszára. A 2. és 3. ábrán ezt az összefüggést mutatjuk be Taskent adatai alapján.

A hőösszeg növekedése az egész vegetációs időszakban korai kítavaszkodás esetén nemcsak a vegetációs első időszakának hosszabbodása folytán jön létre, hanem a második rész meleg advekcója folytán is. Ez okozza a  $10^{\circ}$ -os középhőmérséklet őszi határnapjának későbbre tolódását és az őszi időszak bizonyos mértékű meghosszabbodását is. Átlagban, mennél korábban köszönt be a tavasz, annál később kezdődik az őszi és viszont. Ez a szabály nem jut ugyan határozottan kifejezésre (a korrelációs együttható:  $-0,2$ ,  $-0,4$ ), de természetesebbnek hatna, ha egyáltalán nem létezne, vagy ha a korrelációs összefüggés nem fordított lenne, hanem egyenes. A korábbi kítavaszkodásnak megfelelően az őszi fagyok némi tendenciát mutatnak a későbbre tolódásra, fordítva pedig, késői tavasz esetén az őszi fagyok korábban következnek be. Ez az irányzat gyengén észlelhető (a korrelációs együtthatók:  $-0,2$ ,  $-0,3$ ), de itt az a fontos, hogy korai tavasz, azaz a hőösszeg várható pozitív anomáliája esetén bizvást elő lehet irányozni az őszi fagyok beállítását a sok évi átlag szerinti napra. Negatív anomália esetén ez a következtetés klimatológiailag kevésbé megalapozott, ezért a termelési számításoknál jóval gyengébb körülményeket kell szem előtt tartani, mint közepes föltételek esetén.

A főtebb előadottakból könnyű belátni, hogy igen szoros összefüggés áll fenn a tavasz kezdete és a vegetációs időszak tartama között (korrelációs együtthatók:  $-0,8$ ,  $-0,9$ ). Ez a körülmény lehetőséget ad arra, hogy a vetés pillanatában az érés idejét sikeresen előrejelezhessük. Öntözés, vagy a várható csapadék helyes előrejelzése esetében a vetés idején e szabályokból elvileg ki lehet számítani a lehetséges vetés-eredményt q/ha-ban, azonban akár ennek, akár annak hiányában megadható egy minőségi termésprognózis (jobb, gyengébb termés), meghatározván a vetés pillanatában a közölt módszer szerint az őszi végéig várható hőösszeget. Az agrotechnikusok feladata, valamint a trágyázás és minden növénytermesztési rendszer lényege abban áll, hogy a normálisnál melegebb esztendőben, amikor energiafőlesleg van, a legmagasabb produktivitást biztosítsák a „zöld gépezetnek”, a normálisnál hidegebb évben pedig ne engedjék a terméseredményt lesüllyedni ama szint alá, amelyet a várt hőösszeg biztosít.

A hőmérsékletnek bármely küszöbértéken való határozott felülemelkedését csak egy kis idővel utána állapíthatjuk meg. Ez némi kényelmetlenséget jelent a közölt módszernek operatív célokra történő felhasználásakor. Ez a nehézség azonban a vadnövény-fenológiai megfigyelések fölhasználásával leküzdhető. Leningrádnak van a világon a leghosszabb folyamatos fenológiai megfigyelés-sorozata. Ezt az egyedülálló megfigyelési sorozatot a nyírfa rügyfakadásának, a fagyal, az orgona és a hárs virágzásának időpontjáról a Szovjetunió Földrajzi Társasága fenológiai szektorának a vezetője G. E. Sulc volt szíves rendelkezésünkre bocsátani. A fenológiai időpontoknak és az őket követő vegetációs időszakokra vonatkozó hőösszegeknek nagyon is szoros kapcsolata lehetővé teszi azt, hogy fenoidikátorok segítségével állapítsuk meg, milyen hőmennyiséget kaphatunk az egész vegetációs időszakra, valamint annak első, illetve második részére. A 4. ábrán bemutatjuk a hárs (*Tilia cordata*) virágzásának kezdete és az ettől az időponttól a  $10^{\circ}$ -os napi középhőmérséklet őszi határnapjáig számítható hőösszeg közötti összefüggést. Ha engedelményt teszünk az ezen összefüggés szerint számított hőmérsékleti értékeknél a közepes négyzetes eltérés határai terén, akkor az 1841—1960 között eltelt 120 év folyamatos adatsora alapján készült prognózis 92%-osnak vehető.

Hasonló kapcsolatot állapítottunk meg más fenoidikátor segítségével is, mind Leningrádra, mind Moszkvára, Volgográdra és Szverdlovszka vonatkozólag, több mint 60—120 évi folyamatos adatsorok alapján. Ezek az összefüggések — amint várható is — időben nem változnak, s így fontos prognosztikai jelentőségük van.

Fenológiai megfigyelések hiányában a hőmérsékletnek egy bizonyos küszöbértéken való áthaladását és a tavasz kezdetét operatív úton határozhatjuk meg, még pedig a talajhőmérsékletnek egy meghatározott mélységben mért értéke segítségével. Ez a kérdés azonban szintén speciális kutatást igényel.

Az itt bemutatott módszerrel 1960, 1961, és 1962 években a tavasz kezdetén előrejeleztük a  $10^{\circ}$ -nál magasabb napi középhőmérsékletek összegét a vegetációs időszakra, valamint annak első és második felére a Szovjetunió egész területére. Az előrejelzést minden év őszi végén értékeltük. A beválás kritériuma gyanánt általánosan elfogadott módszert alkalmaztunk: a prognózis hibáját ( $m$ ) irányítottuk a sok évi összeg átlagától való közepes négyzetes eltéréshez ( $\sigma$ ). Ha  $(m/\sigma) < 1$ , akkor a prognózis bevált, ha pedig  $(m/\sigma) > 1$ , akkor nem. Három év alatt 92 prognózist készítettünk. Ezek közül mindössze 9 nem vált be, tehát kevesebb, mint 10%. Tekintve, hogy az említett években az egyes körzetekben a hőállatottságnak a kilátásba helyezett olyan erős anomáliája volt észlelhető, amely százévenként csak 1—2-szer fordul elő, el kell ismernünk, hogy a prognózisok beválása a kielégítőnél jobb volt.

(Ford.: Dunay Sándor)

## A Balaton-i automatikus szélmérőhálózat létesítésének műszer és híradástechnikai szempontjai

*Problems of Instrument and Telecommunication Techniques in Connection with the Organization of an Automatic Anemometric Network in the Region of Lake Balaton.* A previous paper (1) is devoted to meteorological considerations calling for the creation of an automatic anemometric and warning network in the Balaton region. To increase the efficiency of this network it is desirable to locate the warning stations as far from Lake Balaton as possible because the interval between the alarm and the outbreak of the windstorm can be increased thereby. Yet the reliability of the alarms decreases with increasing distance. Therefore the location of the stations raises manifold problems of instrument and telecommunication techniques and of systematization. The authors describe a possible solution concerning the creation of the automatic warning network. The registered values of wind speed and direction are forwarded by the stations by means of the so-called frequency system. The USW radio connection between the stations can be established by one single intermediate relay station.

✱

*К вопросу об аппаратуре и технике телевязи в связи с организацией автоматических анемометрических станций в районе оз. Балатон.* В предыдущей работе [1] приводились те метеорологические соображения, которые обосновывают потребность в создании автоматической сети для измерения ветра и штормовых предупреждений в районе озера Балатон. Для повышения эффективности этой сети, во-первых желательны, чтобы станции для предупреждений были расположены как можно дальше от озера Балатон, так как в этом случае продолжительность времени между предупреждением и приходом шторма можно увеличить. С другой стороны, если станция располагается на слишком большом расстоянии от обслуживаемого района, снижается точность предупреждений. Поэтому расположение станции связано с рядом вопросов относительно аппаратуры, техники телевязи и систематизации. В настоящей работе дается одно возможное решение, относящееся к созданию такой сети. Измеряемые величины скорости и направления ветра передаются станциями по так наз. частотному методу. УКВ радиосвязь между станциями можно установить с помощью одной промежуточной релейной станции.

✱

Előző tanulmányunkban [1] azokat a meteorológiai megfontolásokat tekintettük át, amelyek a Balaton térségében az automatikus szélmérő és riasztó hálózat létrehozását indokolják. Említettük, hogy a létesítendő automataállomások alapvető rendeltetése a viharjelző szolgálat gyors és megbízható tájékoztatása a Balaton tágabb környezetének szélviszonyairól és a veszélyes szélviharok közeledtéről. E feladattal kapcsolatban könnyen belátható az, hogy a megfelelő riasztási rendszer kiépítésénél két egymással ellentétes irányban ható tényezőt kell figyelembe vennünk. Egyrészt kívánatos az, hogy a riasztó állomások a Balatontól mennél távolabb fekdjjenek, mert így a riasztástól a szélvihar bekövetkezéséig terjedő ún. „megelőzési” időtartam növelhető. Másrészt viszont a riasztások megbízhatósága csökken, ha az állomásokat a riasztandó körzettől túl nagy távolságban állítjuk fel.

A riasztóállomások felállítását nyilván akkor mondhatjuk optimálisnak, ha a Balatontól való távolságukat a riasztás eredményességéhez szükséges minimális „megelőzés” biztosításához választjuk meg, mert a riasztások megbízhatósága éppen ekkor lesz a lehető legnagyobb.

Gondoljuk meg most azt, hogy az állomásoknak a partvonaltól való távolsága és a „megelőzés” időtartama csak akkor hozható egyértelmű kapcsolatba, ha a mérés és riasztás technikáját adottnak tekintjük. A jelenség, pl. erős szélvihar észlelésétől

a riasztásig (a rakéta kilövéséig) eltelt idő — amely a megelőzés szempontjából tulajdonképpen veszteségként jelentkezik — attól függ, hogy az észlelés eredménye milyen gyorsan jut a viharjelző szolgálat siófoki központjába, s ezt követően milyen késéssel történik meg a rakéta kilövése. A jelenlegi veszélyjelentő állomások esetében az észleléstől a jelentés beküldéséig kb. 15—20 perc telik el. Kb. ugyanennyi időt vesz igénybe a rakéta kilövésének elrendelése és végrehajtása is. Ha azt írjuk elő, hogy a rakéta kilövésének legalább 30 perccel meg kell előznie a vihar érkezését, akkor ehhez az szükséges, hogy a vihar közeledténél észlelése legalább 1 órával megelőzze annak kitérését. Figyelembe véve azt, hogy a gyorsabb szélviharok vonulásának sebessége kb. 60 km/óra, kimondhatjuk, hogy a 30 perces megelőzéshez az állomásokat a partvonalától kb. 60 km-re kell elhelyeznünk.

Automatikus szélmérőállomás esetén biztosítható az, hogy a Siófoki Observatóriumban a távoli pontokra vonatkozó észlelési eredmények azonnal rendelkezésre álljanak. Ez mint láttuk 15—20 perc nyereséget jelent, s ha a riasztás technikai folyamatának másik részét is automatizálnánk, akkor a szélmérő állomásokat a partvonalától 25—30 km-re helyezhetnénk, s ugyanakkor a 30 perces megelőzést biztosítani tudnánk. Megfelelő statisztikai feldolgozással bizonyára jól kimutatható lenne, hogy a riasztás biztonsága szempontjából milyen nyereséggel jár ez a távolságcsökentés. Annyit azonban ilyen feldolgozás hiányában is megállapíthatunk, hogy az automatikus és ezáltal gyors távmérés a viharjelző szolgálat szempontjából feltétlenül előnyös.

Az automatikus szélmérőállomásokkal kapcsolatos műszaki kérdések rendszer-technikai és híradástechnikai jellegűek. Ezeket az alábbiakban elemezzük.

A felvetődő legfontosabb rendszerttechnikai kérdések a következők:

1. Az automatikus mérőberendezés milyen információkat továbbítson a siófoki központba?
2. A kívánt információk közlése milyen távmérő berendezéssel történjék?
3. A mérés szakaszos vagy folyamatos legyen?
4. A kapott széladatok milyen formában álljanak a viharjelző rendelkezésére?

A kérdésekre többé-kevésbé határozott választad hatunk. Elsősorban a szélesség és szélirány pillanatnyi értékének továbbítása szükséges. Ezen felül bizonyos sebességkülöbségtől felett külön riasztójelet igénylünk. Az információk továbbítása elvileg akár analóg akár digitális rendszerrel történhet. Mivel a tervezett hálózatnak a lehető legegyszerűbb felépítésűnek kell lennie, ezért — elismerve a digitális távközlés minden előnyét — jelen esetben inkább analóg távmérést javasolunk a szélriasztó állomások részére, mégpedig az ún. frekvencia rendszert. A frekvencia rendszer egyidejűleg több adat távközlésére is alkalmas oly módon, hogy a meteorológiai információk átalakításából nyert frekvenciákat egyszerre továbbítja. A frekvencia rendszer mellett szól az is, hogy az irodalomból több, frekvenciát szolgáltató szélességmérő ismeretes.

A következő rendszerttechnikai probléma az üzemidő kérdése: az állomás állandóan, vagy csak szakaszosan működjék-e? Mivel az automatikus méréstől éppen az azonnali riasztás lehetőségét várjuk, ezért ideális lenne a teljesen folyamatos üzem. Erről azonban azokon a helyeken, ahol nincs villamos hálózat, az akkumulátorok kímélése érdekében le kell mondanunk.

A szakaszos üzemre háromféle lehetőségünk van:

1. A berendezés csak egy bizonyos szélesség (pl. 10 m/s) felett lépjen üzembe;
2. az állomás csak a központból érkező hívásra kapcsoljon be és közölje az információkat;

3. az adatok továbbítása előre beállított fix időközönként, pl. 5 percenként történjék.

Az 1. megoldást — bár az áramforrás szempontjából a leggazdaságosabb — biztonsági okokból határozottan el kell vetnünk. A viharjelző szembélyzet ebben az esetben ugyanis soha nem lenne biztos a dolgában: a készülék azért nem jelez szelet, mert a szélsébség kisebb, mint a 10 m/s-os küszöb, vagy pedig egyszerűen üzemzavar van.

A 2. esetben az üzemkézség és a szélviszonyok egyaránt gombnyomásra bármikor ellenőrizhetők a központból. Ez a megoldás is hibás: a viharjelző szinoptikus nem tudhatja előre azt, hogy mikor vonul át a szélvihar a mérőhely felett, és mikor kell hívnia az állomást, hogy erről értesüljön.

Gondos mérlegelés után ezért a 3. változatot javasoljuk: az adó hálózati táplálásnál folyamatosan működjék, akkumulátoros helyeken pedig 5 percenként kapcsoljon be és adjon „mintát” a szélviszonyokról. Jól méretezett félvezetős áramköröknél a sok ki-be kapcsolás nem hátrányos.

A viharjelző szinoptikus számára célszerű, ha a távmérés regisztráló kivitelű, ekkor ugyanis a szélirányfordulások és sebességváltozások szembetűnőbbek, mint egyszerű műszeres indikálásnál. A viharjelző központ vevője tehát regisztráló kivitelű legyen és tartalmazzon külön riasztó egységet, amely az előírt sebességeküszöb felett fény- és hangjelzést ad, ezzel figyelmezteti a szinoptikust. A javasolt megoldás gazdaságos, a berendezés üzemkézsége állandóan ellenőrzött és az így felépített korszerű automatikus távmérő hálózat komoly segítséget nyújt a viharjelző szolgálatnak: a reprezentáns pontok széladatai állandóan a szinoptikus rendelkezésére állnak és a riasztó egység révén még külön figyelmeztetést is kap.

A következőkben a riasztó hálózat híradástechnikai problémáival foglalkozunk. A távközlés frekvenciáját több tényező is determinálja: az állomások nagyobb részét — a helyszíni szemle tapasztalatai alapján — nehezen megközelíthető magaslati pontokra kell telepíteni. Ilyen helyeken villamos hálózat nincs, tehát a távmérő adó csak akkumulátoros táplálású lehet, tranzisztoros kivitelben. Az összeköttetést a minimális adóteljesítményre kell tervezni az akkumulátorok kímélése és amiatt, hogy nagyfrekvenciás tranzisztorokat csak kis teljesítményű típusokban lehet beszerezni. A kis adóteljesítmény nagynyereségű, irányított antennával és érzékeny vevővel ellensúlyozható. Elfogadható antennaméretek viszont csak ultrarövidhullámon érhetők el. Az URH sáv használatát indokolja az automatikus regisztráláshoz szükséges zavarmentes vétel is; ugyanez pl. rövidhullámon csak a „nyers erő” módszerével lenne biztosítható, aránytalanul nagyobb adóteljesítménnyel.

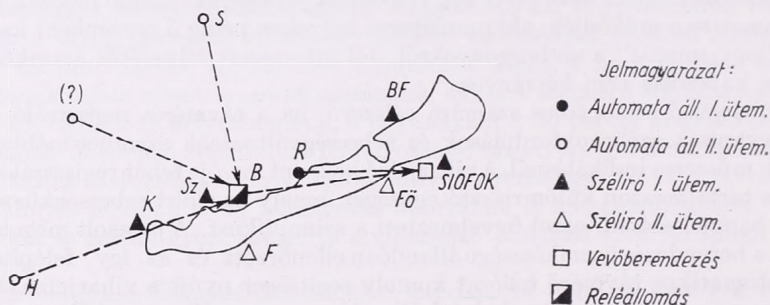
Az antenna villámvédelmére gondolva is előnyös az URH használata: a hajlított dipólantenna közepén fémesen földelhető. A hullámterjedési viszonyok miatt adó és vevő között rálátás szükséges.

A szükséges adóteljesítmény megállapítására számításokat végeztünk, amelyek végeredménye szerint pl. a Kabhegy—Siófok összeköttetéshez 0,4 W teljesítmény szükséges 10-szeres jel/zaj viszonytal és ugyanannyi fadingtartalékkal, mint biztonsággal számolva, egyszerű dipólantennát feltételezve. Irányított antennákkal a szükséges teljesítmény jelentősen csökken.

Ezzel — úgy véljük — áttekintettük azokat a feladatokat, amelyek a balatoni riasztás, valamint a Balaton körzetére vonatkozó meteorológiai tájékoztatás részéről mérés-technikai téren felmerülnek. Vázoltunk néhány műszer- és híradástechnikai szempontot, amelyeket figyelembe kell vennünk a feladatok megoldásakor. Ezek alapján már körvonalazhatók a Balaton-környéki szélmérőhálózat fejlesztésének irányelvei. Nevezetesen látjuk már azt, hogy a jelenlegi három partmenti széliró (Siófok, Keszthely, Balatonkenese) kevés, számukat növelnünk kell. A hivatalos tervek

szerint már 1963-ban bővül széliróhálózatunk; az eddigi siófoki és keszthelyi mellett a szigligeti öbölben és Balatonfüreden telepítünk szélirót. Kívánatos, hogy a későbbiekben még két széliró kerüljön felállításra Balatonföldváron és Fonyódon. Ez a hálózat már komoly alapot nyújt a tájékoztatáshoz és a regisztrátumok a Balatonvidék szélviszonyainak megismerése szempontjából is igen értékesek lesznek. A tájékoztatás érdekében azonban feltétlenül gondoskodnunk kell arról, hogy a fenti szélirók adatai távméréssel eljussanak a siófoki központba.

Az eddgiekből kiderült az is, hogy a veszélyjelentő hálózatot ki kell egészítenünk néhány megfelelően elhelyezett automatikus szélmérőállomással, amelyek alkalmasak az adatok azonnali továbbítására. A részletesebb terv kidolgozásra szükség volt a helyi viszonyok alaposabb megismerésére, ami helyszíni szemlén történt meg.



A helyszíni szemle célja kettős volt. Egyrészt az URH-on történő adattovábbítás érdekében meg kellett győződnünk a rálátási viszonyokról, másrészt a tervezett felállítási helyeket közelebbről is meg kellett vizsgálnunk: a berendezések megőrzéséhez, elektromos táplálásához, karbantartásához, stb. milyen feltételek vannak biztosítva.

A rálátási viszonyok a Balaton térségében eléggé kedvezőtlenek. Az automatikus szélmérő állomásokat a Balatontól nyugatra és északnyugatra kell elhelyeznünk, olyan pontokon, ahonét Siófokra közvetlen rálátás nincs. A távmérés tehát csak relléállomás közvetítésével tudjuk megoldani. A reléállomás elhelyezésére egyetlen alkalmas helyet találtunk, a Badacsony-tetőt, ahol — tudomásunk szerint — a Balatoni Intéző Bizottság kőkilátó építését tervezi.

Az automatikus szélmérő állomások felállítására három pontot tartunk alkalmasnak, Keszthelyről kiindulva az északi és nyugati irány közötti szektorban legyezőszerű elhelyezéssel kb. 30—40 km-es sugarú íven (lásd az ábrát). Eddig még csak két szélső pontot jelöltünk ki: északi irányban a Somlói kőkilátót (S), nyugati irányban pedig a Hahót-i Öröm-hegyet (H). A Badacsony-tető (B) mindkét helyről jól látható. A harmadik hely valahol a kettő között helyezkedne el.

Az elmondottakból bizonyára leszűrhető az, hogy az automatikus riasztóhálózat létrehozása meglehetősen nehéz feladat, amely csak évek komoly munkája árán valósulhat meg. Az egész folyamat meggyorsítása érdekében célszerű különválasztanunk a programnak azt a részét, amelynek megvalósításához máris hozzákezdhetünk. Ilyen részfeladat a megfelelő automatikus szélmérőberendezés kifejlesztése. Tervek szerint már 1963-ban felállításra kerül egy kísérleti állomás Révfülpön, amely a szélsőbesség- és szélirányadatokat URH-on továbbítja Siófokra.

A teljes szélmérőhálózat fejlesztésére vonatkozó programterv sémáját ábránkon szemléltetjük. Itt a program két ütemére vonatkozóan megkülönböztető jelöléseket alkalmazunk. Az 1. ütem az 1963 végéig végrehajtandó programot jelöli, 2. ütem pedig a későbbi években megvalósuló feladatokat.

Sajnálatosképpen a tervnek csupán egyetlen pontja van amely meglévő lehetőségeink keretein belül végrehajtható: az automatikus szélmérőberendezés kifejlesztése és egy kísérleti állomás felállítása. A további feladatok megoldására csak akkor lehet szilárd reményünk, ha a későbbiekben szélesebbkörű tervmegbeszélés jön létre, amelyen az érdekelt és illetékes szervek a tennivalókban megegyeznek. A jelen tanulmány ennek a megbeszélésnek kiindulási alapja lehetne.

(A kézirat beérkezett: 1962. dec. 21-én.)

#### IRODALOM

- [1] *Czelnai R.—Mezősi M.—Tánczer T.*: Automatikus szélmérő és riasztó hálózat létesítésének kérdései a Balaton körzetében. *Időjárás*, 1963. 67. évf. 2. szám, 86—90. old.

*Ambrózy Pál—Götz Gusztáv—Tánczer Tibor:*

## Hirtelen kitörő szélviharok vizsgálata a Balaton térségében

*Investigation of sudden storms in the region of Lake Balaton.* The storms breaking out suddenly in the region of the Lake Balaton are analysed statistically on the basis of weather observations and registrations made in the Meteorological Observatory at Siófok. It is concluded that the storms of this type are connected mainly with thunderstorm activity. Accordingly, they can be divided into three groups: convective storms, squall lines and frontal storms. The criteria for the type of the storms are given. The distribution of the storms of different types according to month, hour, intensity and direction is analysed.

\*

*Исследование внезапных штормов в районе озера Балатон.* В настоящей работе авторы статистически анализируют штормы внезапно возникающие в районе озера Балатон, на базе метеорологических наблюдений и регистраций в Обсерватории в Шиофоке. Они приходят к выводу, что штормы этого типа связаны с грозовой деятельностью. Соответственно этому их делят на три группы: 1. конвективные штормы, 2. линии шквалов, 3. фронтальные штормы. Далее рассматриваются критерии для определения типа штормов. Анализируется распределение штормов различных типов по месяцам, дням, силе и направлению.

\*

A szélviharoktól különösen veszélyeztetett ipari, mezőgazdasági és közlekedési ágak, valamint a különböző vízisportok szempontjából elsősorban azoknak a viharoknak az előrejelzése indokolt, amelyeknél a szélerősödés hirtelen következik be, és azt követően percekben belül eléri maximális erősségét. Ha ilyen szélviharok váratlanul törnek ki, rendszerint tetemes károkat okoznak, sőt sokszor emberáldozatot is követelhetnek. A Balaton térsége egyike azoknak a területeknek, ahol a fürdőzők és vitorlázók, valamint a hajózás biztonsága érdekében a hirtelen kitörő szélviharok előrejelzése különösen indokolt. Az Országos Meteorológiai Intézet siófoki obszervatóriumában ezért a nyári félévben (májustól szeptemberig) önálló viharjelző szolgálat működik. A szolgálat ellátása meglehetősen bonyolult feladat, a viharjelzés maradéktalan megoldása még számos kutatást igényel. Jelen vizsgálatunkban ebben az irányban néhány kezdeti lépést igyekeztünk megtenni: megvizsgáltuk statisztikailag a Balaton térségében hirtelen fellépett szélviharokat, azok időbeli eloszlása, jellegzetességei és fajtái szerint. Nyilvánvaló ugyanis, hogy csak ezek ismeretének birtokában dolgozhatók ki megfelelő objektív előrejelzési módszerek a különböző típusú viharokra.

A vizsgálatot az 1957-től 1961-ig terjedő öt évben május 1 és szeptember 30 között előfordult 15 m/sec-ot meghaladó szélviharokra végeztük el a siófoki szél-

szalagok és szinoptikus megfigyelések, valamint a dunántúli időjárás táviratok alapján. Hosszabb periódust nem sikerült felölelni, minthogy Siófokon a rendszeres szinoptikus észlelések gyakorlatilag csak az obszervatórium felépülése után kezdődtek el, és így a régebbi anyag feldolgozása nem lehetett volna teljes.

A fenti időszak alatt 47 hirtelen kitörő szélvihart állapítottunk meg. A legszembetűnőbb ezeknél a viharoknál az volt, hogy szinte valamennyinél — 44 esetben — a Dunántúlon zivatar fordult elő, mégpedig 29 esetben magán a siófoki állomáson lépett fel zivatar (tehát a szélvihar zivatarral párosult), 12 esetben pedig távoli zivatar volt. A megmaradó három esetnél a zivatar 100 km-nél nagyobb távolságban volt. Ez a tény mindenképp a hirtelen kitörő szélviharok és a zivatartevékenység kapcsolatára, közvetve pedig az instabilis egyensúlyi állapot fontos szerepére hívja fel a figyelmet. A kapcsolatra a magyarázatot a zivatark mechanizmusa adja meg. Ismeretes, hogy a zivatarfelhő aktívra válásakor (a csapadéknak a felhőkből történő kihullása megindulásával) különböző mechanikai és termodinamikai tényezők hatására a korábban meglévő erőteljes feláramlás a felhő mind nagyobb térségében leáramlásba fordul át [1, 2, 3]. Az instabilitás következtében a leáramló levegő gyorsul, miközben az esőcseppek párolgása következtében csak nedves-adiabatikusan melegszik, majd a talajra érve szétterül. Ez az esőhűtötte hideg levegő a környező meleg levegővel szemben úgynevezett pseudo-frontot alkot, amelynek átvonulását valamely hely felett a hideg frontéhoz hasonló események (hőmérsékletcsökkenés, szélrohamok stb.) kísérik. Zivatartevékenység esetén tehát a makro térségű nyomási gradiens aránylag kicsiny értéke ellenére is szélvihar törhet ki. A hirtelen kitörő szélviharok vizsgálata így szükségképpen a zivatark vizsgálatához vezet. Ha tehát ezeket a viharokat osztályozni akarjuk, a zivatark kialakulásának körülményeit célszerű szem előtt tartanunk.

Tudvalevő, hogy zivatark felléphetnek ugyanazon légtömegben belül — ún. *légtömegben belüli zivatark* — és időjárás frontokon — *frontális zivatark*. Légtömegben belül kialakulhat zivatar termikus konvekció következtében (a talajközeli légréteg erőteljes felmelegedése folytán) és kényszerített konvekció eredményeképpen (rendezett feláramlás vagy orografikus emelő mozgás hatására). A légtömegben belüli zivatarkokat közös néven *konvektív zivatark*oknak nevezzük. A légtömegben belüli kényszerkonvekciónak az eredménye az éles hideg frontok előtt némelykor jelentkező kifejezett zivatarvonal, amely a meteorológiai irodalomban squall line néven ismert. Hevességénél, különleges dinamizmusánál és gyors vonulásánál fogva a légtömegben belüli zivatark külön csoportját alkotja. A frontális zivatark túlnyomó többsége hideg frontokon alakul ki, kivételes esetben azonban meleg frontok illetve okkluzió frontok átvonulása is járhat együtt zivatarral.

A fentieknek megfelelően a zivatarkkal kapcsolatban fellépő szélviharokat három csoportba sorolhatjuk:

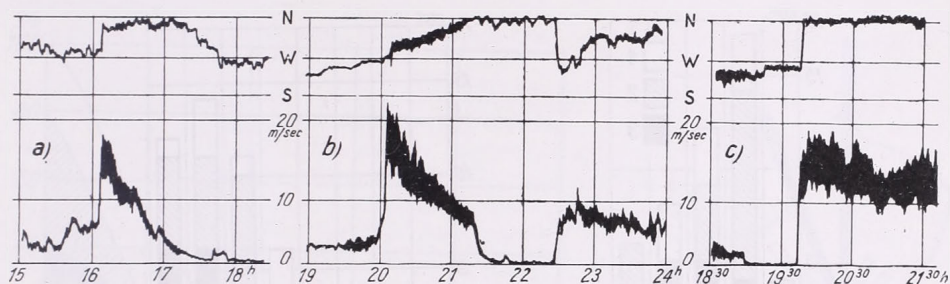
1. légtömegben belüli, konvektív zivatarkkal kapcsolatos szélviharok,
2. prefrontális zivatarvonalakkal összefüggő szélviharok (squall line-ok),
3. zivatarral járó frontális viharok.

Nézzük meg a továbbiakban, milyen szempontok alapján dönthető el egy-egy vihar hovatartozása.

Első lépésként a szélgörbék alapján tettünk kísérletet a viharok jellegének megállapítására. A fenti három típust ugyanis tapasztalataink szerint általában jól elkülöníthető görbék jellemzik (*I. ábra*). A konvektív zivatarról származó szélvihar rendszerint nem tart hosszú ideig. A zivatarfelhő alól kiáramló hideg levegő megérkezését szélfordulás és hirtelen szélerősödés jelzi. Ezt követően a szél fokozatosan gyengül, majd a zivatar átvonulása után visszatér korábbi állapotába. A szél-

regisztrátumok tanúsága szerint egy-egy zivatarfelhő hatékonyságának időtartama általában nem haladja meg az 1 órát.

A szélviharok második csoportjánál a squall line átvonulása a konvektív zivatarokéhoz hasonló szélgörbét eredményez, az azt megelőző és követő szélgörbe azonban már frontális jellegzetességeket mutat. A squall line megelőzi a hideg frontot, előtte tehát rendszerint érvényesül a prefrontális szél, míg mögötte — a squall line



1. ábra: Az egyes vihartípusokra jellemző szélregisztrátumok: a) konvektív, b) squall line, c) frontális.

és a hideg front közötti távolságtól függően — megjelenik a frontális szélváltozás. A squall line-nal együttjáró szelfordulás általában nem nagy.

A frontális jellegű szélvihar elsősorban a vihar időtartamát tekintve tűnik ki a szélgörbén a másik két típussal szemben. A vihar kitörését követően több órán, esetleg egy-két napon át tartó erős szél jellemzi. A frontátvonulással rendszerint igen határozott, olykor 180 fokot is elérő szelfordulás következik be.

A konvektív zivatarok, mint mezo-méretű jelenségek, időbelileg és térbelileg viszonylag kis méretekkal rendelkeznek. Jól visszatükröződik ez a körülmény a barogrammokon. A konvektív zivatar rendszerint a napi menetre rátevődő, rövid ideig tartó hullám jellemzi: a zivatar kitörése előtt egy fokozatosan erősödő süllyedés előzi meg, amelyet a zivatar átvonulásával úgynevezett zivatar-kupola, majd pedig nyomásemelkedés követ. A zivatarfelhő feloszlásával a nyomásemelkedés megszűnik és a nyomás ismét a napi menetnek megfelelően változik.

A front, mint nagyméretű képződmény, a légnyomás alakulásában olykor már egy-két nappal a megérkezése előtt érezteti hatását. Ez többé-kevésbé egyenletes süllyedésben nyilvánul meg. A front betörésével a nyomássüllyedés hirtelen emelkedésbe csap át, amely akár egy-két napon keresztül is fennmaradhat.

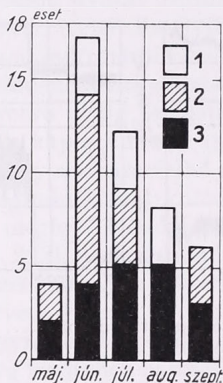
A squall line-t, mint a hideg frontot megelőző mezo-méretű objektumot, a tartós nyomássüllyedés ugyancsak megelőzi. Annak átvonulása után azonban — amelyet igen erős nyomásugrás kísér — a nyomás ismét süllyedni kezd, ami egész a front megérkezéséig tart.

E lokális vizsgálatokon kívül tanulmányoztuk a viharokat a szinoptikus térképek alapján is. A zivatarok kitörésének, vonulásának és eloszlásának körülményei ugyanis elsődlegesen lehetnek egy-egy vihar hovatarozásának elbírálásánál. Ezen felül figyelemmel kísértük a budapesti légállapotgörbe változásait, valamint az időjárásnak a szélvihar követő alakulását. Ezek a körülmények ugyanis világossá tették, hogy a szélvihar átvonulásával történt-e légtömegcsere, vagy nem.

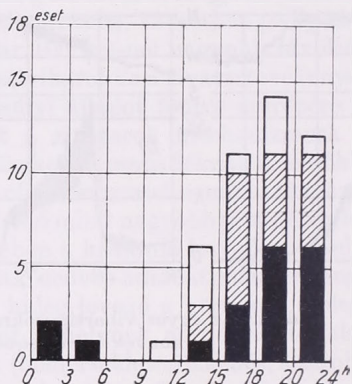
A fenti szempontok figyelembevételével teljes bizonyossággal eldönthető volt, hogy a vizsgált időszak folyamán fellépett 44 zivataros szélvihar a három típus melyikébe tartozik. A megmaradó három zivatarmentes szélvihar közül a szinoptikus helyzet tanúsága szerint egy éjszakai frontátvonulással volt kapcsolatban, a másik

kettő pedig másodlagos hideg fronton lépett fel. Így ezeket a viharokat is a frontális szélviharok csoportjába soroltuk.

A feldolgozás szerint évente 2—4 konvektív zivatarból származó szélroham éri el a 15 m/sec-ot, nem tekintve az 1957-es esztendő, amely 9 konvektív szélviharral kiemelkedik a többi év közül. A hirtelen szélvihart okozó frontális viharok száma évente általában 3—5 körül mozog, míg a rendkívül veszélyes squall line-ok száma 1—3



2. ábra. A viharok megoszlása hónap szerint: 1. squall line, 2. konvektív vihar, 3. frontális vihar.



3. ábra. A viharok megoszlása napszak szerint. (Jelölés ua. mint a 2. ábrán.)

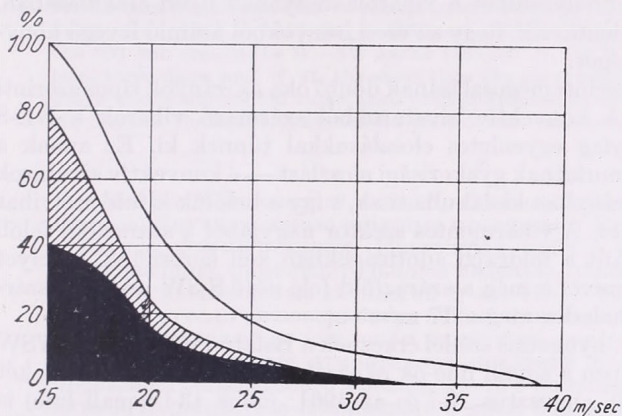
között ingadozik. Az öt év alatt összesen 19 konvektív, 19 frontális szélvihar és 9 squall line fordult elő.

Az éven belüli eloszlást tekintve (2. ábra) szembevetnő június hónap viharossága, amely elsősorban a hideg óceáni levegő fokozott beáramlásával és a talajközeli levegő intenzív felmelegedéséből származó labilizálódással magyarázható. Kevés volt a hirtelen kitörő viharok száma májusban és szeptemberben. Érdeemes megjegyezni, hogy a szeptemberi 6 szélvihar mind 1957-ben volt. Szeptember hónap nyugodt voltát az ekkori nagy anticiklon-gyakoriság magyarázza. A konvektív zivatarok főleg a nyár első felében jártak együtt szélviharral, míg a frontális viharok május és szeptember kivételével viszonylag egyenletes eloszlásúak. Squall line-ok júniustól augusztus végéig bármikor előfordulhatnak.

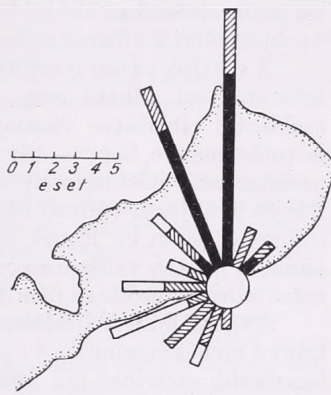
A viharok napszak szerinti eloszlását vizsgálva a napot háromórás közőkre bontva készült a 3. ábra. Ezen a legszembevetőbb a nap első felének viharmentessége. Az éjféltől délig terjedő szakaszban öt év alatt mindössze 4 vihar fordult elő; ezek közül két eset az, amelyet nem kísért zivatar. Erre a tényre magyarázatul szolgálhat, hogy egyrészt a termikus konvekció a délutáni órákban válik a legintenzívebbé, másrészt az éjszakai kisugárzás a talajközeli hőmérsékleti ellentéteket elmossa, és így a talajközeli frontok nem olyan élesek, mint a délutáni órákban, következésképpen a zivatarkevénység is ritkább. Jellemző a viharok késődélutáni, esti maximuma. Ez a konvektív zivataroknál jórészt annak tudható be, hogy a troposzférában a legnagyobbfokú labilizálódás éppen a késődélutáni órákban következik be. Ekorra ugyanis a talajközeli felmelegedés eléri az 1—3 km-es magasságot, föltötte azonban — hacsak nincs számottevő advekció — a hőmérséklet nem változik. Ez a labilizálódás kedvező feltételek mellett zivatar kialakulásához vezethet. A labilizálódás kétségtelenül közrejátszik a frontális viharok későesti nagy gyakoriságánál is; a nap első felében jelentkező hidegbetörések kevésbé járnak együtt zivatarral, s így hirtelen

szélviharral. A squall line-ok eloszlása eléggé rendszertelen képet mutat, de a nap elős felében fellépésének valószínűsége nem nagy. Érdekes ugyanakkor, hogy a vizsgált időszak alatt legnagyobb vihart okozott squall line éppen a délelőtti folyamán lépett fel.

Az idő szerinti eloszlás után vizsgáljuk meg, hogy erősség és irány tekintetében hogyan oszlottak meg a viharok. A 15 m/sec-os értéktől kiindulva a szélviharokat



4. ábra. Viharok megoszlása a maximális szélerősség szerint. (Jelölés ua. mint a 2. ábrán.)



5. ábra. A viharok megoszlása kitérési irányuk szerint. (Jelölés ua. mint a 2. ábrán.)

erősségük szerint 3 m/sec-os intervallumokba rendeztük. Ezt az eloszlást a 4. ábrán összeggörbe formájában mutatjuk be. Látható, hogy a 20 m/sec-os értéket a viharok 44%-a meghaladta, míg a 30 m/sec-on felüli erősségű vihar már az eseteknek csupán a 8%-ában volt. Az ábráról leolvasható a vihartípus szerinti megoszlás is. A konvektív zivatarok szélviharainak kétharmada 18 m/sec alatt maradt, a konvektív zivatartól származó legerősebb szélroham 24 m/sec-ot ért el. Hideg frontoknál a vihar erőssége már szélesebb intervallumban változik. A frontátvonulással járó erős szél fellépésében a zivatartevékenységen felül nagy szerep jut a frontálzónában uralkodó légnyomási gradiensnek és izallobárikus mezőnek. A frontális viharok erősségének legnagyobb gyakorisága a 18—20 m/sec-os intervallumban van, 20 m/sec feletti sebességgel pedig a 19 frontális vihar közül mindössze 5 rendelkezett. A squall line-ok 20 m/sec-ot mindenkor meghaladó erősségükkel és a leghevesebb viharok kiváltásával tűnnek ki; a 9 eset átlagos szélerősségére 27,3 m/sec adódik. A Balaton térségében a squall line-ok ilyen erőteljes lefolyásában a helyi földrajzi adottságokon kívül — amelyre később még visszatérünk — szerepet játszik az a körülmény, hogy a Balaton viszonylag közel fekszik a hazánkban általában átvonuló squall line-ok kialakulási területéhez, amely Alsó-Ausztriára tehető. Kelet felé haladva a squall line-ok fokozatosan veszítenek erejükből, átvonulásuk a Tiszántúlon általában már lényegesen gyengébb formában nyilvánul meg.

A zivatáros hideg frontnál és a squall line-nál a heves szélroham előidézésében elsősorban az játszik közre, hogy a vonalas zivatartól kiáramló hideg levegő lényegében egy irányban, a rendszer haladásának irányában terjed ki, míg az egyedi konvektív zivatartól a hideg levegő szétterülése több irányban történik meg.

Az erősség mellett igen fontos a viharok irány szerinti eloszlása. Ezt az 5. ábrán mutatjuk be. Ezen szembevetendő, hogy a NE-től S-ig terjedő 135 fokos szektorban egyetlen szélvihar sem fordult elő. Látható az is, hogy a legtöbb vihar északi széllel

jár együtt (12 eset), de nem sokkal marad el ettől a NNW irány (9 eset), továbbá a WSW irányú másodmaximum (5 eset). Az ábráról azonnal szembetűnik, hogy ezek azok az irányok, amelyekből a Balatonon átáramló levegő a vízfelület fölött a siófoki állomásig a leghosszabb utat teszi meg. Ha figyelembe vesszük a talajmenti érdességnek a szélereősségre gyakorolt mérséklő hatását, megállapíthatjuk, hogy a Balaton víztükre ebben a tekintetben lényegesen alul marad a környező terephez viszonyítva (Bakony, Dunántúli dombos vidék), a levegő sokkal „szabadabb” áramlását biztosítja. Ez a tény feltétlenül érvényesülhet a viharok irányának ilyen alakulásában, s a hatás elsősorban abban jelentkezik, hogy az ezen irányokból áramló levegő könnyebben eléri a viharos erősséget.

A viharok vázolt irány szerinti megoszlásának döntő oka az irányok típus szerinti felbontásával adható meg. A konvektív zivatarokból származó viharok a NE-S szektortól eltekintve viszonylag egyenletes eloszlásukkal tűnnek ki. Ez annak a következménye, hogy — bár mutatnak gyakorisági eloszlást — a konvektív zivatarok az állomástól mért bármely irányban kialakulhatnak, s így a belőlük kifutó szélvihar iránya is teljesen változó lehet. A viharmentes szektor nagyjából a szárazföld felőli irányokat jelöli ki. Ennek okát a földrajzi adottságokban kell keresnünk, amelyet annál is inkább vallhatunk, mivel a még a szárazföld felé néző S-SW irányból származó viharok erőssége nem haladta meg a 17 m/sec-ot.

A squall line-ok általában nyugatias széllel érkeznek a Balaton térségébe; a WSW irányú mellékmaximumot éppen a squall line-ok okozzák. A Siófokon előfordult két legerősebb szélvihar (az 1960. augusztus 19-i és az 1961. július 13-i squall line) is ebből az irányból tört be [4,5]. Ennek az iránynak a földrajzi kitüntettségét fentebb már említettük. Közrejátszik azonban itt más körülmény is. Mivel a squall line mögött a tényleges szél még közel áll az általános prefrontális szélhez, a makro térségű nyomási gradiens nem gyakorol lényeges hatást a squall line-nal járó szélirányra. Így a szélroham döntő mértékben a zivatarvonalra merőlegesen, azaz a kiáramló hideg levegő irányában megy végbe. Figyelembe véve a hazánkon átvonuló squall line-ok rendszerint észak-déli futását, könnyen belátható, hogy a várható leggyakoribb szélirány a nyugati lesz.

A hideg frontoknál feltűnő, hogy azok döntő többsége N és NNW irányú széllel érkezik Siófokra. Ebben szintén több effektus kölcsönhatásának eredményét kell keresnünk. Az egyik ok az a már többször említett körülmény, hogy a Siófokra érkező levegő a legkisebb súrlódásos ellenállással éppen a N és a WSW szélirányoknál találkozhat. Ennek következtében a más orografikus adottságú területek felett viszonylag enyhébb körülmények között lejátszódó frontátvonulások ebben a térségben északi irányítottáguk mellett viharos erősséget elérő szeleket okoznak. A másik ok az, hogy az óceáni eredetű levegőt szállító hideg betörések — amelyek a nyári időszakban hazánk térségében a hideg frontok nagy részét képezik — nyomában igen gyakran alakul ki az országtól nyugatra olyan tipikus anticiklonális helyzet (az ún. azori-orr helyzet), amely a Dunántúlon közel észak-déli futású izobárokat, azaz a front mögött (sokszor napokig tartó) erős északias légáramlást eredményez.

(A kézirat beérkezett: 1963. január 29-én.)

#### IRODALOM

- [1] H. R. Byers: Thunderstorms. *Compendium of Meteorology*, 681. Boston, 1951.
- [2] Tanczer Tibor: Zivatarok okozta szélviharokról. *Beszámoló az 1961-ben végzett kutatásokról*, Budapest, 1962.
- [3] Götz Gusztáv: Nem frontális szélviharokból eredő maximális szellőkések előrejelzése. *Beszámoló az 1962-ben végzett kutatásokról*, Budapest, 1963.
- [4] Tanczer Tibor: Az 1960. augusztus 19-i zivatarfrontról. *Időjárás*, 65. 5. 305. 1961.
- [5] Bodolainé Jakus Emma—Götz Gusztáv: Az 1961. július 13-i szélrohamvonal mezozinoptikus analízise. (Kézirat.)

## Makroszinoptikai módszer a csapadék középtartamú előrejelzésére

*A Macrosynoptic Method for the Medium-Range Forecast of Precipitation.* The experimental fortnightly forecasts in Hungary are somewhat more successful for temperature than for precipitation. The author wishes to contribute to the improvement of one-week forecasts of major amounts of precipitation. Relying on information gathered over eight years, from 1951 to 1956 and in 1960 and 1961, he has proved that if a cyclon appears over the 500 mb area in the W-SW sector (35-55° N, 15° W-15° E) and remains there for at least three days and if at the same time the air pressure in Budapest does not rise and stays above the normal value, then precipitation in excess of 5 mm can be expected within six days in Budapest. A statistical control has corroborated this relationship.

\*

*Макросиноптический метод предсказания осадков со средней заблаговременностью.* Двухнедельные опытные прогнозы в Венгрии были успешнее по температуре, чем по осадкам. Настоящая работа имеет целью способствовать предсказанию, приблизительно за неделю, наиболее значительных осадков. Автор, основываясь на данных за 8 лет 1951—1956 и 1960—1961 гг., устанавливает, что если на поверхности 500 мб в секторе З—ЮЗ (35—55° с. ш., 15° з.—15° в. д.) появляется циклон, и находится там по крайней мере в течение 3-х дней, а и в это время атмосферное давление в Будапеште устойчиво и не превышает нормального уровня, — то с большой возможностью можно ожидать в Будапеште в ближайшие 6 дней более 5 мм осадков. Статистический контроль подтверждает эту связь.

\*

Magyarországon 1946 óta rendszeresen készül és kiadásra kerül a két hétre szóló kísérleti időjárás-előrejelzés. Ez az előrejelzés a hőmérséklet, a csapadék, a felhőzet és a szél várható alakulását tartalmazza a következő 15 napra. Az 1958—62 közötti öt évben az utólagos ellenőrzés szerint az átlagos bevalás 71,4% volt. Külön-külön az egyes időjárási elemekre vonatkozóan nem történt meg a prognózisok bevalásának ellenőrzése. Mégis közelítő tájékozódást nyerhetünk, ha megnézzük, hogy a félhavi csapadékösszegek, ill. hőmérsékleti átlagok előrejelzése mennyire volt jó. 1960—62 között pl. Budapesten a *félhavi átlaghőmérsékletek* előrejelzése 56%-ban vált be, a *félhavi csapadékösszegek* prognózisa azonban csak 53%-ban. (Bár az előrejelzések az egész országra vonatkoznak, első tájékozódásként mégis elegendőnek tartottuk, hogy a bevalást csak Budapestre ellenőrizzük.)

Ha áttekintjük a távprognosztikával foglalkozó újabb magyar szakirodalmat, a hőmérséklet előrejelzéséről sokkal több és változatosabb vizsgálatot találunk [1, 2, 3, 4, 5, 6], mint a csapadékról. Ezeknek egy része a hőmérséklet menetében mutatkozó ritmusokat vizsgálja, másik része a jelentős lehűlésekhez vagy melegedésekhez vezető makroszinoptikai folyamatokat elemzi. Történt kísérlet a hőmérséklet megmaradásának felhasználására is előrejelzés céljára [7]. A csapadék középtartamú előrejelzésére azonban csaknem egyetlen megbízható módszer ismeretes: a száraz ill. csapadékos időszakok meghatározott periódusok szerinti ismétlődése [8, 9]. Ennek a módszernek hiányossága, hogy csak diszkrét időszakokra alkalmazható. Pl. az 5 havi csapadékrítmus szerint 1961. jún. és 1961. nov. első fele csapadékos volt Budapesten, várható volt, hogy 1962 április első fele is csapadékból lesz. Ez így is lett, azonban az 1961. nov. és 1962. ápr. közötti 4 hónap csapadékára semmi támpontot sem adott az 5 havi periódus.

Jelen dolgozatunkban statisztikai vizsgálatot mutatunk be, amely makroszinoptikai alapon segítséget nyújthat a jelentősebb csapadékhullás kb. 1 hétre szóló előrejelzéséhez. Első lépésként megvizsgáltunk néhány rendkívül csapadékos idő-

szakot és tanulmányoztuk az ezeket megelőző makroszinoptikai helyzetek fő jellemvonásait. Ilyen időszakok voltak pl. 1962. nov. 18—26., amikor Budapesten lehullott 110 mm, 1962. nov. 9—15. között 50 mm, 1955. júl. 27—aug. 10. között 92 mm, 1955. júl. 7—15. között 68 mm, 1960. dec. 7—14. között 34 mm csapadék.

Valamennyi felsorolt esetre jellemző, hogy a nagy csapadékok hullását megelőzően Magyarországtól WSW irányban, vagyis a nyugat-európai partok, ill. a Földközi-tenger nyugati medencéje fölött az 500 mb-os AT-térképen zárt depresszió jelent meg és több napig ott vesztegelt. Várható, hogy ezek a veszteglő magassági ciklonok néhány nap alatt a Földközi-tenger felől vízgőzben gazdag levegőt szállítanak hazánk fölé. Az is érthető, hogy amíg a légtömegek általános mozgási iránya nagyobb területen megfordul és egy adott pl. SW irányú áramlás uralkodóvá válik, s légtömegei ebben az irányban 1000—2000 km-es utat is megtesznek, addig kb. 3—4 nap eltelik.

A nedves légtömegek advekcója azonban csak egyik feltétele a nagy csapadékok kialakulásának. Előfordulhat, hogy hazánk egy igen erős és tartós anticiklon uralma alatt áll, amely részben módosítja a légtömegek áramlását, részben leszálló mozgást okozva a csapadékképzést akadályozza (l. később).

A fenti mikroszinoptikai megfontolások alapján kijelöltük a 15°W—15°E hosszúságok, ill. 35°—55°N szélességek közötti szektort, továbbiakban röviden W—SW szektort, és megnéztük, hogy ebben a szektorban mikor jelent meg az 500 mb-os AT térképen depresszió, amely legalább 3 napig ott is tartózkodott. A vizsgálatot az 1951—56 közötti erősen csapadékos vagy mérsékelt száraz és az 1960—61-es száraz évekre végeztük el. A fenti 8 év alatt összesen 124 esetet találtunk. Évente átlagosan tehát 15 eset fordult elő. Érdekes, hogy a W—SW magassági depressziók évenkénti gyakorisága a vizsgált 8 év alatt csaknem mindig 15 volt, és évszakosan sem mutatkozott nagyobb különbség. Csupán élettartam szempontjából emelkedik ki az ősz, amikor a magassági ciklonok tartózkodási ideje a W—SW szektorban jóval hosszabb, mint a többi évszakokban. Mivel a vizsgált esetek száma évenként általában mindig 15 volt, és évszakosan sincs lényeges különbség az előfordulások gyakoriságában, közelálló gondolat, hogy egy kb. 24 napos (365:15) periódus létezik. Nem célja azonban jelen dolgozatunknak, hogy a 24 napos periódusnak jelenlétét a budapesti csapadék alakulásában kimutassa. Fontosabb most a csapadékképződés folyamatának részletesebb vizsgálata.

Az első kérdés itt: a W—SW magassági depressziók fellépése után kb. mennyi idő múlva kezdődik Budapesten a csapadékos időszak? Megállapítottuk, hogy a csapadékot adó napok gyakorisága a magassági ciklon W—SW szektorban való tartózkodásának utolsó napja körül a legnagyobb. Ha az utolsó W—SW ciklonos napot 0-val, az utána következő napokat 1., 2. stb.-vel jelöljük, akkor a csapadék-hullás legvalószínűbb a 0 és 5. napok között. A vizsgált 124 eset közül 83-ban fordult elő Budapesten ezen a 6 napon 5 mm vagy ennél nagyobb csapadékösszeg (67%).

Ellenőrzésképpen meghatároztuk az 1951—56 közötti 6 év adatanyagából annak valószínűségét is, hogy véletlenszerűen megadott 6 egymásutáni napon összesen 5 mm-t elérő csapadék hullék Budapesten. A véletlen valószínűsége 51%-ot kaptunk. Meg kell azonban jegyezni, hogy a vizsgált 6 év nagyrészt erősen csapadékos esztendő volt, valószínű, hogy szárazabb években még ekkora véletlen valószínűség sincsen. A fentiekben meghatározott 124 esetben a 6 nap alatt lehullott és 5 mm-t elérő csapadékösszegek előfordulása 67% volt. 50% alapvalószínűség mellett, 125 esetre vonatkoztatva a véletlen előfordulás felső határa a Baur által adott maradékalószínűségi (0,0027) szinten 64%. Az általunk vizsgált esetekben tehát a  $CS \geq 5$  mm/6 nap csapadékösszeg valószínűsége meghaladja a véletlen valószínűséget.

Megállapíthatjuk tehát, hogy ha az 500 mb-os AT-térképen a W—SW szektorban zárt depresszió jelenik meg és legalább 3 napig ott is tartózkodik, akkor a 0 és 5. nap

között legalább 5 mm-t adó csapadékhullás Budapesten 67%-os valószínűséggel várható.

Ez a valószínűség azonban konkrét előrejelzések készítéséhez nem elegendő.

Megvizsgáltuk ezután, hogy a fentiekben említett 124 esetben hányszor volt Budapesten a W—SW magassági ciklonnal egyidejűleg a normálnál magasabb nyomás, ill. hányszor volt olyan egyidejű nyomásemelkedés, amely több egymásutáni napon át normál feletti légnyomást eredményezett Budapesten. Ezeket az eseteket kizárva 75 esetünk maradt. Közülük 68 esetben fordult elő a jelzett időben 5 mm-t elérő csapadék, azaz a várt esemény 91%-ban bekövetkezett.

A fenti kiegészítéssel a következőket rögzíthetjük le: *Ha az 500 mb-os AT-térképen a W—SW szektorban legalább 3 napig tartózkodik zárt ciklon és ugyanakkor Budapesten a légnyomás a normális érték alatt van, legfeljebb rövid időre éri ezt el, vagy emelkedik föléje, akkor nagy valószínűséggel várható, hogy 0 és 5. nap között 5 mm-t meghaladó csapadék hullik Budapesten.*

*Nyugat-délnyugati magassági ciklonok előfordulása és a budapesti csapadékhullás az 1952—53. években*

Sor-szám	Dátum	$\Delta P_{Bp}$	Csapadék 0—5. nap	Sor-szám	Dátum	$\Delta P_{Bp}$	Csapadék 0—5. nap
1.	1952. I. 17—24.	— 7 mb	14 mm	16.	1953. I. 1—9.	—10 mb	49 mm
2.	II. 5—8.	— 4 mb	11 mm	17.	I. 18—20.	+ 4 mb	—
3.	IV. 2—6.	+ 3 mb	9 mm	18.	II. 10—16.	— 7 mb	8 mm
4.	IV. 23—28.	+ 1 mb	1 mm	19.	III. 12—16.	+ 8 mb	—
5.	V. 3—9.	— 1 mb	66 mm	20.	IV. 3—6.	+ 3 mb	6 mm
6.	VI. 10—14.	0 mb	46 mm	21.	V. 1—4.	— 3 mb	13 mm
7.	VI. 25—30.	+ 2 mb	—	22.	V. 28—VI. 2.	— 8 mb	9 mm
8.	VII. 21—29.	+ 1 mb	1 mm	23.	VI. 21—30.	— 1 mb	34 mm
9.	VIII. 13—16.	— 2 mb	17 mm	24.	VIII. 3—6.	+ 3 mb	1 mm
10.	IX. 9—16.	0 mb	6 mm	25.	IX. 15—17.	— 3 mb	5 mm
11.	IX. 28—30.	— 3 mb	7 mm	26.	X. 13—21.	+ 3 mb	38 mm
12.	X. 12—16.	— 4 mb	8 mm	27.	XI. 3—9.	+ 3 mb	—
13.	XI. 1—5.	— 2 mb	48 mm	28.	XII. 4—8.	+ 9 mb	—
14.	XII. 4—9.	—10 mb	33 mm	29.	XII. 17—22.	+ 7 mb	—
15.	XII. 17—22.	—10 mb	13 mm	30.	XII. 30—54. I. 9.	— 3 mb	25 mm

A teljes vizsgálati anyagot terjedelmessége miatt nem mutathatjuk be. Szemléltetésül táblázatban közöljük az 1952—53. években talált eseteket. Az első oszlop a sorszám, a 2. oszlopban találjuk annak az időszaknak kezdő és befejező dátumát, amikor a magassági ciklon a W—SW szektorban tartózkodott; a harmadik oszlopban szerepel a budapesti légnyomás-anomália a jelzett időszakra kiközepelve és egész mb-ra kerekítve; a negyedik oszlop tartalmazza a Budapesten lehullott csapadék mennyiségét a 0—5. napok összegében.

(A kézirat beérkezett: 1963. március 8-án.)

IRODALOM

- [1] Berkes Z.: Egy nagyállandóságú időjárásperiódus. *Időjárás*, 63. évf. 4. szám, 193. o.  
 [2] Németh T.: A kanadai-grönlandi térség légnyomássúlyvesztéseinek kapcsolata Közép-Európa hőmérsékletével. *Beszámoló*, 1961. 68. o. Budapest, 1962.  
 [3] Kálmán Ferencé: A hideggócok mozgása a Kárpátok környezetében. *Időjárás*, 64. évf. 5. sz. 281. o.

- [4] *Graics Á.*: Az idei év július végének rekordhidege. *Időjárás*, 64. évf. 5. sz. 305. o.  
 [5] *Koppány Gy.*: Néhány tapasztalati szabály a távprognózisok összeállításánál. Beszámoló, 1961. 49. o. Budapest, 1962.  
 [6] *Koppány Gy.*: A grönlandi hatásközpont légnyomásperiódusai és ezek kapcsolata a budapesti hőmérséklettel. *Időjárás*, 67. évf. 2. sz. 107. o.  
 [7] *Kadocska F.*: A hideg telek utáni tavasz időjárásáról. *Időjárás*, 60. évf. 2. sz. 119. o.  
 [8] *Németh T.*: A csapadék hullámzása Budapesten. Beszámoló, 1955. 214. o. Budapest, 1955.  
 [9] *Péczeley Gy.*: Csapadékulámok vándorlása Európában. *Időjárás*, 56. évf. 11–12. sz. 347. o.

—————

**Probáld Ferenc:**

## **Városi energiaforrások jelentősége Budapest éghajlatában**

*Stadtenergien im Klima von Budapest* (Zusammenfassung). Es wird darauf hingewiesen, dass die grosse Menge von Heizmaterialien, die auf dem Gebiet von Budapest verbrannt wird, eine Wirkung auf das Stadtklima ausübt. Es wird untersucht, welche Wärmemengen von den einzelnen städtischen Energiequellen (Kohle, Erdölprodukte, Erdgas, elektrischer Strom, animalische Wärme) in die Atmosphäre gelangen, welche Energiemengen und in welcher monatlichen Verteilung der Hausbrand liefert. Es wird festgestellt, dass durch die städtischen Energiequellen die eingebaute Fläche von Budapest 11,7 Kkal/qcm pro Jahr gewinnt, gegenüber 87 Kkal/qcm Jahr der Globalstrahlung; in den Wintermonaten ist aber die Bedeutung der künstlichen Wärme grösser, im Dezember übertrifft sie sogar die Energie der Globalstrahlung.

\*

A legfőbb termelő erő, az ember, és vele együtt a termelőmunka, az ipar (a maga hatalmas energiaigényével) világszerte a nagyvárosok területén összpontosul. Az emberi munka a nagy területen, évmilliók során kőszén, kőolaj stb. alakjában elraktározódott napenergiát viszonylag rövid idő alatt és kis területen — főként éppen a nagyvárosok területén — szabadítja fel. A nagy mennyiségű tüzelőanyag felhasználása jelentős szerepet játszik abban, hogy a nagyvárosok sajátos, a környezethez képest sok tekintetben eltérő mezoklimával rendelkeznek. Az elégetett tüzelőanyagok kétféle úton fejtenek ki hatást a város éghajlatára. Egyrészt közvetve:

forrását jelentik a város légtérét szennyező anyagoknak (korom, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> stb.), melyeknek biológiai, és a sugárzás viszonyokat módosító klimatikus hatásuk van.

A másik — közvetlen — hatást a fel szabaduló nagy mennyiségű energia jelenti. Ez túlnyomó részben mint hőenergia jelentkezik; bár kisebb hányada ideiglenesen más formát is felvehet (pl. elektromos-, fény-, mechanikai energia), végső soron ez a rész is csaknem teljes egészében hővé alakul, és a város területén a légkörnek adódik át. Az így felszabaduló hőmennyiséget, mint klimatikus tényezőt, már számos külföldi nagyvárosra vonatkozóan vizsgálat tárgyává tették [1, 2], többnyire azonban csak a szénnek, mint fő energiafordozónak figyelembevételével.

E tanulmányban azt kívánjuk megvizsgálni: milyen városi energiaforrásokból, mennyi energia szabadul fel Budapest területén, valamint azt, hogyan viszonylik ez a hőmennyiség a felszín természetes, sugárzásból eredő hőbevételehez.

Mindenek előtt nézzük, mekkora a város területe, amelyre vizsgálataink vonatkoznak, s milyen ennek a területnek a megoszlása (I. táblázat).

Tekintve, hogy a mezőgazdasági területek, temetők, parkok tulajdonképpen

nem tartoznak szervesen a városhoz, az egyes energiaforrásokból felszabaduló hőmennyiséget a kereken  $200 \text{ km}^2$ -nyi beépített terület  $1 \text{ m}^2$ -re fogjuk vonatkoztatni, és  $\text{kcal/m}^2/\text{év}$  egységekben adjuk meg, ami az összehasonlítást nagymértékben megkönnyíti.

A továbbiakban főként — ahol ez lehetséges volt — a Központi Statisztikai Hivatal kiadványai [3, 4, 5] alapján áttekintjük, hogy a különféle energia-hordozók milyen mennyiségben kerültek a város területén felhasználásra. Az egyes energia-hordozók fűtőértékét, melynek alapján a felszabaduló hőmennyiséget számítottuk, zárójelben adjuk meg.

### I. TÁBLÁZAT

#### *Budapest területének megoszlása 1959-ben*

Mezőgazdasági művelés alatt álló terület (szántó, kert, rét, szőlő, erdő, legelő, nádas) .....	315,22 $\text{km}^2$
Parkok .....	6,60 $\text{km}^2$
Nyitott temetők .....	5,17 $\text{km}^2$
Beépített terület (ipartelepek, utak, lakóházak stb.)	198,51 $\text{km}^2$
Budapest város területe összesen .....	525,50 $\text{km}^2$

A legfontosabb energiaforrás, amely Budapest területén számításba jön, a szén, amelynek legnagyobb fogyasztója az ipar. 1955-ben az ipar által energetikai célra felhasznált szénmennyiség 3,1 millió tonna volt [6]. Újabb regionális földrajzi kutatások szerint 1957-ben 2 556 100 tonna volt az ipar által hasznosított szénmennyiség, átlagos fűtőértéke pedig  $3600 \text{ kcal/kg}$ . Tekintetbevéve, hogy ez utóbbi adat a külföldi szenet nem tartalmazza, továbbá azt, hogy 1957-ben az ellenforradalom okozta visszaesés még érezhető volt, jelenleg a budapesti ipar szénfelhasználását évi 2,9 millió tonna hazai ( $3600 \text{ kcal/kg}$ ) és 400 000 tonna külföldi ( $6000 \text{ kcal/kg}$ ) szénre becsüljük. A külföldi (cseh, lengyel) feketeszen csaknem kizárólag a városi gázgyártás szükségleteinek fedezésére szolgál. Az

iparban eltűzelt szénmennyiség évi  $127,8 \times 10^{11} \text{ kcal}$  hőmennyiség felszabadulásához vezet, ami területegységre vonatkoztatva  $63\,900 \text{ kcal/m}^2/\text{év}$  hőt jelent.

További jelentős szénmennyiségeket fogyaszt a lakosság fűtési célra; erre később még vissza fogunk térni. Harmadik, a város területén már kevésbé jelentős szénfogyasztó a vasút. Mivel a vasút esetében nem állapítható meg, hogy milyen szénmennyiséget használ fel a város, illetve a pályaudvarok területén, ezt a fent említett két fő fogyasztó mellett már nem vesszük számításba.

A szén mellett mint energia-hordozó egyre nagyobb jelentőségre tesznek szert a kőolajtermékek. 1960-ban az ország területén 850 000 tonna fűtőolajat ( $10000 \text{ kcal/kg}$ ) használtak fel, főként az iparban. Emellett jelentős volt a motorbenzin ( $11\,000 \text{ kcal/kg}$ ) fogyasztása is: 207 000 tonna, valamint a gázolajé ( $9800 \text{ kcal/kg}$ ), amelyből 590 000 tonna került felhasználásra. A két utóbbi termék fő fogyasztója az ipar mellett a közlekedés, és kisebb mértékben a mezőgazdaság is. Figyelembe véve, hogy ezek a kőolajtermékek az ország energiaszükségletének csaknem 20%-át fedezték, Budapest területére ezúttal elég durva, de bizonyára nem túlzottan becsülésként az országos felhasználás 1/5 részét vesszük számításba, ami  $3\,318 \times 10^9 \text{ kcal/év}$ , azaz  $16\,590 \text{ kcal/m}^2/\text{év}$  hőmennyiségnek felel meg.

Mint a városi gáz alkotórészei, a város energiagazdálkodásában szerepet játszanak a csővezetéken érkező földgáz ( $8800 \text{ kcal/m}^3$ ) — évente mintegy 23,2 millió  $\text{m}^3$  —, valamint az egyre nagyobb mértékben felhasználásra kerülő dunajvárosi kamra- és kohógáz ( $4000 \text{ kcal/m}^3$ ), amelyből jelenleg napi 120 000  $\text{m}^3$  kerül Budapestre. A városi gáznak e két Budapesten kívüli területről érkező alkotórésze összesen  $3804 \times 10^8 \text{ kcal/év}$ , azaz  $1902 \text{ kcal/m}^2/\text{év}$  hőmennyiséget ad le a város területén.

Meg kell említenünk azt is, hogy Budapest villamosenergia fogyasztása 1959-

ben 1 646 330 Mwó volt. Ennek nagyobbik felét a város területén szén felhasználásával állították elő, mintegy 750 000 Mwó azonban az országos hálózatból került elfogyasztásra, így az ennek megfelelő hőmennyiséget (1 Mwó = 864 000 kcal) külön számításba kell vennünk. Ez  $648 \times 10^9$  kcal, ami  $3240 \text{ kcal/m}^2/\text{év}$ -nek felel meg.

Végül, bár elhanyagolhatónak látszik, korántsem jelentéktelen a város területén szabadrádó biológiai eredetű vagy animális hő. Az emberi szervezet a felvett tápanyagokat lényegében véve elégeti, és a felszabaduló hőt környezetének adja át. 1959-ben Magyarországon egy lakosra napi 3007 kcal értékű táplálék jutott, ugyanakkor Budapest lakóinak száma 1 807 000 fő volt. Tekintetbe kell venni azonban, hogy az emberi szervezet naponta kb. 600 kcal-t víz elpárologtatására fordít; ennek levonása után a számítást elvégezve összesen évi  $1590 \times 10^9$  kcal-t kapunk, ami a területegységre kerekén évi  $8000 \text{ kcal/m}^2$ -t jelent.

## II. TÁBLÁZAT

Energiaforrás	Felszabaduló hőmennyiség kcal/m <sup>2</sup> /év
Szén (ipar) .....	63 900
Kőolajtermékek (fűtőolaj, gázolaj, motorbenzin) .....	16 590
Földgáz, kamra- és kohógáz a városon kívüli területről .....	1 902
Villamosenergia az országos hálózatból .....	3 240
Animális hő .....	8 000
Összesen: .....	93 632

Az eddig tárgyalt energiaforrásokra jellemző, hogy hőtermelésük az év folyamán nagyjából egyenletesen oszlik el. A belőlük származó hőmennyiségeket a *II. táblázatban* összesítjük.

Az eddig tárgyalt energiaforrásokból tehát évi  $93 632 \text{ kcal/m}^2$  hő származik, amelyből az említett egyenletes eloszlást feltételezve egy hónapra  $7802 \text{ kcal/m}^2$  esik.

Ez ideig nem esett szó arról a hőmennyiségről, amely a fűtés során szabadul

fel a város területén. Ez a hőmennyiség különösen fontos szerepet játszik a város éghajlatában, mivel aránylag rendkívül egyenletes területű eloszlásban, időbelileg pedig éppen a téli hónapokra koncentrálódva jut a város légterébe. Az 1959—61 évek átlagában kiskereskedelmi forgalomba került, tehát tulajdonképpen a lakosság által fűtésre felhasznált tüzelőanyagok mennyiségét, valamint az ezekből származó hőenergia értékeket a *III. táblázat* tartalmazza.

## III. TÁBLÁZAT

Tüzelőanyag neve	Fűtőérték kcal/kg	Felhasznált mennyiség va-gon $\approx$ 10 tonna	Felszabaduló hő kcal/év	Felszabaduló hő kcal/m <sup>2</sup> /év
Szén	3400	47 462	$16 137 \times 10^8$	8068
Brikett	4800	41 540	$19 939 \times 10^8$	9970
Koksz	6000	3 877	$2 326 \times 10^8$	1163
Tüzipfa	3000	29 322	$8 796 \times 10^8$	4398

A táblázatban megadott fűtőértékek, amelyek a számítás alapjául szolgáltak, általában az illető fűtőanyagféleség átlagos fűtőértékénél alacsonyabbak, viszont ezzel szemben áll, hogy a háztartási tüzelőberendezésekben a tökéletlen elégésből 4—12% veszteség adódhat [7].

A táblázatból kiolvasható, hogy a háztartási tüzelőanyagok összesen évi 23 600 kcal hőenergiát szolgáltatnak,

## IV. TÁBLÁZAT

*A fűtés által termelt hőmennyiség havonkénti megoszlása*

	hőfokhíd C°	százalék	hőmennyiség kcal/m <sup>2</sup>
X	133,2	4,7	1109,2
XI	447,0	15,6	3681,6
XII	585,9	20,4	4814,4
I	651,0	22,7	5357,2
II	534,8	18,6	4389,6
III	343,0	15,1	3563,6
IV	84,8	2,9	684,4
összesen	2870,7	100,0	23600,0

amely azonban teljes egészében a fűtési idény során szabadul fel. A felszabaduló hőmennyiség a hőfokhíd-számmal arányos (1 C° hőfokhídra — 20°/10° kikötés esetén —  $8,22 \text{ kcal/m}^2$  esik). A fűtésből származó energia megoszlását az egyes hónapok között a 20°/10° kikötésre számított hőfokhidak [8] alapján a *IV. táblázatban* közöljük.

A következő V. táblázatban összehasonlítjuk a Budapesten 1 cm<sup>2</sup> felületre jutó összszugárzás havi összegeit az összes városi energiaforrások által termelt hőmennyiséggel. A táblázatban megadjuk a város belterületére (Országos Meteorológiai Intézet, 125 m) és a hegyvidékre (Szabadság-hegy, 500 m) érvényes összszugárzási adatokat is [9]. Így egyúttal az is kitűnik a táblázatból, hogy viszonylik a mesterséges eredetű hő a két sugárzási érték különbségéhez.

#### V. TÁBLÁZAT

*Az összszugárzás havi összegei és a városi energiaforrásokból származó hőmennyiségek Budapesten*

Hónap	összszugárzás havi összegei		Városi energiaforrásokból származó hőmennyiség kcal/cm <sup>2</sup>
	1937-43 ban kcal/cm <sup>2</sup> 500 m	125 m	
I.	2,4	1,8	1,3
II.	4,2	3,2	1,2
III.	7,4	6,3	1,1
IV.	10,6	9,3	0,9
V.	13,7	12,4	0,8
VI.	15,2	13,1	0,8
VII.	16,1	13,9	0,8
VIII.	13,7	11,6	0,8
IX.	9,9	8,5	0,8
X.	5,6	4,3	0,9
XI.	2,6	1,9	1,2
XII.	2,0	1,3	1,3
Összesen:	103,3	87,5	11,7

A táblázat adatai alapján a következő megállapításokat tehetjük: Évi átlagban a városi energiaforrások az összszugárzásból származó energiának csaknem 14%-át adják többletként, és ezzel a város területén a környezethez képest mutatkozó sugárzási hiányt jelentős részben pótolják. Különösen jelentős a városi energiák szerepe a három téli hónapban, amikor a sugárzásból származó 6,25 kcal/cm<sup>2</sup>-vel szemben 3,80 kcal/cm<sup>2</sup> hőt szolgáltatnak. Még szembetűnőbb a városi energiák magas aránya, ha azt is tekintetbe vesszük, hogy a nap- és

égboltsugárzást a felszín nem nyeli el teljes egészében, hanem azok egy részét, (az albedótól függően kb. 15% át) visszaveri, és ez a rész, mint éghajlati energia veszendőbe megy. Ezt figyelembe véve, megállapíthatjuk, hogy decemberben a városi energiaforrásokból származó hő az összszugárzásból elnyelt hőmennyiséget *felül is múlja*. Ennek következménye, hogy a téli hónapokban Budapest a környékhez képest hőbevitel szempontjából előnyösebb helyzetben van és a városnak a környékhez képest télen fokozottan jelentkező hőmérsékleti többlete jórészt ezzel magyarázható.

E cikkből, úgy hisszük, világosan kitűnt, milyen szerteágazó és bonyolult kérdést jelent a város területén fel szabaduló összes energiák számbavétele és nagyságuk megállapítása. Sajnálatos, hogy a rendelkezésre álló és elérhető statisztikai adatok rendkívül hiányosak, ezért sok tekintetben becslésekre voltunk utalva. Mégis a fent elmondottakból nyilvánvaló, hogy a városi energiaforrások szerepét játszanak Budapest sajátos éghajlatának kialakításában és így a nagyvárosi klíma vizsgálatánál, valamint hőháztartási vizsgálatok során feltétlenül figyelembe veendő.

(A kézirat beérkezett: 1962. dec. 13-án.)

#### IRODALOM.

- [1] P. A. Kratzer: Das Stadtklima. Braunschweig, 1956. — [2] W. Schmidt: Zum Einfluss grosser Städte auf das Klima. Die Naturwissenschaften, 1917, 494. l. — [3] Budapest Statisztikai Évkönyve, 1960. — [4] Budapest Statisztikai Zsebkönyve, 1962. — [5] Iparstatisztikai Zsebkönyv, 1962. — [6] Bencze Imre: Budapest gyárpara (disszertáció). — [7] Kaszó-Kovács-Krúdy: Gazdaságos fűtés. Budapest, 1962. — [8] Bacsó Nándor: Éghajlati adatok a hazai hűtő, fűtő és szellőztető berendezések tervezéséhez. (Az ipari meteorológia kérdései. Budapest, 1960.) — [9] Réthly Antal: Budapest éghajlata. Budapest, 1947.

## Gyakorlati módszerek az időjárás mesterséges befolyásolására

*Praktische Methoden zur künstlichen Beeinflussung des Wetters* (Zusammenfassung). Die drei Hauptrichtungen der Versuche zur künstlichen Beeinflussung des Wetters sind gegenwärtig die folgenden: 1. Erzeugung des künstlichen Niederschlages, 2. Auflösung der unterkühlten Wolken oder Nebel, 3. Verhütung von Hagel. Die Methoden des Eingreifens beruhen auf den prinzipiellen Grundlagen der verschiedenen Niederschlagserzeugungstheorien. Die Methoden können — in Abhängigkeit von den gegebenen Voraussetzungen und vom Ziele des Eingreifens — die folgenden sein: Trocken-eis-Ausstreuung, oder Verdampfung; Zuckermassenlassen von Silberjodidrauch in den fraglichen Raumteil mit Hilfe von Generatoren oder Raketen; Zerstreung von Kochsalz-lösung oder Wassertröpfchen; und zuletzt die Nebelzerstreung auf Grund des Wärmeeffektes durch Verbrennung von Öl. Es wird festgestellt, dass die Auswertung der Resultate zurzeit noch nicht ganz zuverlässig sei.

\* ,

Az *Időjárás* hasábjain az 1950-es évek elején több ismertetés jelent meg a problémakörrel és azokról az igényekről, lehetőségekről és korlátokról, amelyek az időjárás mesterséges befolyásolásának területét a meteorológia hasznos, de erősen problematikus ágává teszik. [1, 2, 3 stb.].

A legutolsó évtized tapasztalataiból le-szűrhető, hogy a kísérletek három fő irányban folynak: 1. mesterséges csapadék keltése, 2. túlhűlt felhők vagy ködök feloszlása, 3. jégeső megelőzése.

A beavatkozások módszerei elvi alapon nyugszanak. Eredményeiket a felhő-, csapadék- és jégesőképződés makro-, vagy mezoszinkoptikai, ill. mikrofizikai mechanizmusának ismeretei. döntően elősegíti. Így a szilárd CO<sub>2</sub> (szárazjég), vagy az AgI (ezüstjodid) alkalmazása a *Bergeron*—*Wegener* elméleten, a közönséges víz, vagy konyhasóoldat cseppjeinek felhasználása a koagulációs elméleten alapszik. Ezenkívül természetesen legalább közelítő ismeretekkel kell rendelkezniünk arról, hogy a „nukleálásra” kiválasztott felhő egyáltalán képes-e csapadékot szolgáltatni. Ez főleg a felhőalap és felhőcsúcs hőmérsékletének, a felhőben levő folyékony vízmennyiségnek, a felhő vastagságának és a benne uralkodó feláramlások nagyságrendjének a függvénye. (Úgy véljük, hogy a *Bannon-féle feltétel* [1], amely szerint a felhő függélyes hőcsökkenésé-

nek a kondenzációs és szublimációs gradiens közé kell esnie, jelenlegi ismereteink szerint már nem dönti el egyértelműen ezt a kérdést. Az említett felhőkaraktisztikák birtokában megbecsülhetjük pl., hogy a beavatkozás képes-e pótolni a csapadékképződés hiányzó „láncszemeit”, mondjuk a jégmagvakat, vagy a nagyobb felhőcseppeket. Ennek a becslésnek a segítségével azután bizonyos valószínűséggel megítélhetjük azokat az eseményeket, amelyek egy-egy konkrét esetben a ráhatás révén bekövetkeznek. Ugyanezek az ismeretek — az adott céloknak megfelelően — kijelölik a következő módszert is, feltéve, hogy rendelkezünk a megfelelő berendezésekkel.

Az alábbiakban ismertetjük azokat a fontosabb módszereket, amelyeket a túlhűlt felhőkre és ködökre gyakorlati mesterséges beavatkozások céljaira a legutóbbi időkig kifejlesztettek.

*Langmuir* számításai szerint [4] a repülőgépből kihintett, 0,3—0,5 cm-nél kisebb átmérőjű szilárd CO<sub>2</sub> részecskék még kellő a hatás kifej-tése előtt elpárolognak. Az 1 cm átmérőjű szemcsék azonban 4,3 kilométeres utat tehetnek meg elpárolgásuk előtt, tehát vastagabb felhők magvasítására is megfelelnek. *Nyikandrov* [5] és *Gajvoronszkij* [6] elméletileg és gyakorlatilag is meghatározták azt a szárazjég-mennyiséget, amely adott esetben optimális hatást biztosít. Az adagolás függ a közeg hőmérsékletétől. Pl. —5, ill. —15 °C hőmérsékletű ködök szétoszlására 1 km-es úton 100, ill. 30 gramm CO<sub>2</sub> szükséges. Felhőkre valamivel nagyobb ez az érték, nagyobb víztartalmuk következtében. A tapasztalatok alapján a Szovjetunióban 1957-ben megsterkesztették az első, repülőgépes, automatikus adagoló berendezést, amely 0,5—1,0 cm-es szemcse-átmérők és 100—3000 g/perc súlyhatárok között tetszőleges mennyiségben képes kibocsátani szárazjeget. A kihintés után 35—50 perccel a legtöbb esetben megfigyelhető a felhő teljes feloszlása a ráhatás zónájában. Az oszlatási zóna szélessége bizonyos határig együtt nő a szárazjég-adagolás növelésével, utána azonban már független attól. Középsé értéke 3—5 km. Kialakulása a turbulens diffúziós kapcsolatos, terjedési sebessége függ a hőmérséklettől. Alacsonyabb hőmérsékletnél a folyamat gyorsul, átlagos értéke 2 m/mp. A zóna szélessége (*A*) a különböző időpontokban az alábbi egyenletekkel írható le:

$$A = \frac{C}{\sqrt{2}}(ut)^{m/2},$$

ahol *C* a turbulens diffúziós együttható, *u* a közepes szélességgel a hatás szintjében, *t* a

hatás kezdetétől számított idő,  $m$  a turbulencia mértékétől függő karakterisztika.

A kísérletek szerint a  $\text{CO}_2$  alkalmazhatóságának felső hőmérsékleti küszöbe kb.  $-3$ ,  $-4$   $^\circ\text{C}$ . Az alsó határ a felhőkben, vagy ködökben levő túlhűlt cseppek előfordulásának alsó határa.

Megfigyelték, hogy a felhőben repülő gépen szabadon elhelyezett szárazjég párologtatása is intenzív kristályosodásra vezet. A folyamat gyorsan terjed alulról felfelé, s az így létrehozott oszlatási zóna szélessége közel akkora, mint az előző esetben. Ennek alapján elkészítették a földi, folyékony  $\text{CO}_2$ -vel töltött berendezést. Ebben egy ventilátorral keltett légáramlat tördeli az ún. „diffúzor”-ban megszilárduló szárazjeget és egyúttal fel is juttatja mintegy 10–12 méter magasra. Kedvező esetben néhány ilyen berendezéssel több tíz  $\text{km}^2$ -nyi terület felett oszlatható fel a talajmenti túlhűlt köd.

Számos kísérlet szerint az AgI-részecske az egyik leghatékonyabb jégképző mag: hatását azonban csak akkor tudja kedvezően kifejteni, ha elegendő számban és megfelelő (átlagos) méretben van jelen a túlhűlt felhőben. Az ezüstjodid-generátorok által kibocsátott „füst” részecskéinek mérete függ az 1 g anyagra eső részecskék számától. A Szovjetunióban végzett vizsgálatok szerint a kritikus méretek kb.  $0,1 - 0,01 \mu$  között mozognak, míg az aktív magvak száma  $10^{13} - 10^{15}/\text{g}$  AgI között változik, a hőmérséklettel függően. (A kritikus méretűnél kisebb magvak nem lehetnek a kristályosodás centrumai).

Az ilyen típusú generátorban az általában acetonnal feloldott AgI-ot égetés előtt faszén- len itatják fel, vagy hidrogén, esetleg kerozén lángban égetik el. Utóbbi módszer előnye az alacsony ( $600 - 800$   $^\circ\text{C}$ ) oxidálódási hőmérséklet, amely biztosítja a részecskék minimális szétesését, és a közel homogén méreteloszlást.

Az AgI füst adagolása itt is a beavatkozás követelményeitől függ. Kódoszlására az optimális érték  $1 - 2$  g/min. Nagy gomolyfelhőkre történő ráhatásnál ez a mennyiség többszöröse is megnövekedhet.

Meg kell jegyeznünk, hogy a földi aeroszol-generátorok alkalmazása új problémákat vetett fel, nevezetesen: az AgI füst szétterjedési folyamatának hatékonyság-változásának problémáit. Ismertetésük azonban messze túllépné cikkünk kereteit.

Jégeső megelőzésére Olaszországban nagy előszeretettel alkalmaznak robbanóanyaghoz adagolt AgI-ot, amelyet kisméretű rakétákban helyeznek el. Hatómagasságuk kb. 1500 m. Legújabb rakétáik finoman diszpergált konyhasóval működnek.

A rakéták alkalmazásának előnyei: egyszerűbb és olcsóbb, mint más, repülőgépfelhasználásán alapuló módszerek; segítségükkel

meghatározott felhőre lehet hatni; lehetőség nyílik egyidejű ráhatásokra nagy területen.

Balabanova [7] pilótélégőmbök felhasználásával juttatta speciális összetételű füstpatronáit a túlhűlt felhőbe. Kísérletei szerint  $1 \text{ km}^3$  felhős levegőben mintegy 2 kg hatóanyag szétszórása szükséges.

A második világháború idején Angliában a repülőtereken, a kifutópályák mentén olajporlasztócsöveket szereltek fel: a berendezést kód idején léptették működésbe úgy, hogy a kiáramló anyagot meggyújtották. A hőmérséklet növekedése a köd szétesésére vezetett egy néhányszor tíz méter szélességű szávban. Ez az eljárás gyakran hasznos, de rendkívül költséges. A „meleg” felhők, ill. ködök feloszlására pozitív eredményeket felmutató módszer ezen kívül nem ismeretes.

Feltétlenül meg kell említenünk Dessens [8] legújabb, nagy feltűnést keltő kísérleteit, melyek mesterséges cumulus létrehozására irányultak. „*Meteotron*”-nak nevezett készüléke 250 m átmérőjű körben elhelyezett olajvezeték (csőrendszer), amely 100 égőfejet tartalmaz. Mindegyik égőfej 600 kg olaj/óra kapacitással dolgozik. Az egész rendszer kb. 1 tonna olajat éget el percenként. Kedvező meteorológiai feltételek esetén, a meteotron 5 perces működésekor már mesterséges felhő keletkezik, amelybe — a legmegfelelőbb időben és helyen — rakétával cseppimpaktort juttatnak. A módszer célja: az így nyert minták vizsgálata útján tökéletesíteni a kondenzációs magvak növekedési folyamatára vonatkozó ismereteket. A meteotron működését a szerző az 1963 májusában Clermont-Ferandban megtartandó kondenzációs mag-konferencia résztvevőinek is szeretné bemutatni.

A földi aeroszol-generátorok és a repülőgépes szárazjég-kihintés hatékonyságát akkor a legnehezebb megbecsülni, ha ezek az eljárások mérhető csapadék előidézésére irányulnak. Az előbbi esetben ui.: 1. nem lehetséges a részecskék koncentrációjának összpontosítása a kívánt helyen és magasságban, 2. az AgI hosszabb légköri tartózkodás során megváltoztatja kémiai-fizikai tulajdonságait, s így többé már nem alkalmas jégkristályok előidézésére. Az utóbbi esetben viszont a talajon nehéz megkülönböztetni a természetes és mesterséges úton képződött csapadékot. A számítások erősen közelítő jellege és a csapadékok nagy időbeli és térbeli változottsága miatt nem alkalmazhatjuk sem a várt mennyiségek megbecslésének módszerét, sem a hosszú sorozatokon alapuló összehasonlítást. Jelenleg úgy látszik, hogy a rádiólokációs csapadék-felderítés a legmegbízhatóbb, míg a legelterjedtebb a kontroll-terület csapadékával történő összehasonlítás módszere.

Összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy az alkalmazott technika az anyagi lehetőségeken kívül elsősorban a ráhatás céljától függ. A

talajmenti tülhűlt ködök eltüntetésére aeroszol-generátorok és CO<sub>2</sub>-kibocsátó berendezés egyaránt alkalmazható. A jövőben a reagensek felhőbejuttatásának alapvető eszközei valószínűleg a speciális rakéták lesznek, amelyek felhőoszlásra, jégeső-megelőzésre és csapadékkeltésre egyaránt alkalmasaknak látszanak.

(A kézirat berkekezett: 1963. április 16-án.)

IRODALOM. [1] *Aujesky L.*: Az időjárás mester ségesbefolyásolásának új lehetőségei. *Időjárás*. 55. évf. Bpest, 1951. 125–131 old. — [2] *Berényi D.*: Újabb kísérletek mesterséges eső előállítására Kelet-Afrikában.

*Időjárás*, 59. évf. Bpest, 1955. 126–127 old. — [3] *Aujesky L.*: A műszaki esőkeltés szénsavjég-szükséglete. *Időjárás*. 55. évf. Bpest, 1951. 55–56 o. — [4] *Langmuir, L.*: Cloud seeding by means dry ice, silver iodid and sodiumiodid. *Tans. Amer. Geophys. Un. New York, Acad. Sci. vol. 11. 1951. No. 1.* — [5] *Nyikandrov, V. J.*: Kvaproszu o normirovaniy rashoda tvjorodojglekizsoltupri vazgjejsztvii. *Trudü GGO*. Leningrad, vüp. 67. 1957. — [6] *G ajvoronszkij, I. I.*: Ob issled-ovanyijah, prove-gyennüh v CAO v oblasztij iskusztvennih vazgjejszt- vij. *Trudü CAO*, Leningrad, 1959. vüp. 26. — [7] *Balabanova, V. N.*: Metod vnye-szenyijav reagentvo oblaka sz célju vozgjejsztvija. *Izve-sztija*. 1961. Moszkva. 561–62 old. — [8] *Dessens, H.*: A project for a formation of cumulonimbus by artificial convection. *Monograph Am. Geoph. Union*, 1960. 396–401 old. —

Titkos Ervin:

## Szélelőrejelzés a Balatonon

*Forecasting of the Wind on Lake Balaton* (Summary). Using Ye. L. Litvinova's method developed for prognosing stormy wind over the Aral Lake, the author has investigated wind prognosis over Lake Balaton for cases when extension of the Azores anticyclone reach Transdanubia. He has come to the conclusion that Litvinova's method can successfully be applied to the Balaton.

\*

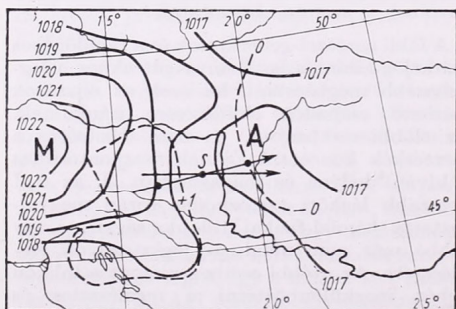
E. L. Litvinová felhasználva V. J. Gubin munkáját, amely a bárikus gradiens változásával kapcsolatosan a szél-

időjárás helyzet az 1. ábrán feltüntetett-hez hasonló, vagyis amikor az azóri anticiklonból nyúlvány húzódik a Dunántúl fölé. Ez az „anticiklon orr” rendszerint huzamosabb ideig fennmarad, miközben változik benne a légnyomás, ami a bárikus gradiens lokális változását vonja maga után.

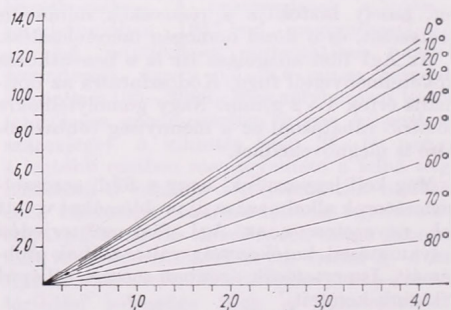
A bárikus gradiens és a szélebség változása közötti összefüggést a

$$v_2 - v_1 = \frac{1}{l\sigma} |\nabla \Delta p / \Delta t| \cos \psi \Delta t \quad (1)$$

egyenlet adja (1), ahol  $v$  a szélebség,  $\nabla \Delta p / \Delta t$  az izallobárikus gradiens,  $\psi$  a



1. ábra. Talajmenti szinoptikus helyzet 1962. július 7-én 06 GMT-kor. A folytonos vonalak az izobárok, a szaggatott vonalak az izallobárok



2. ábra. Nomogramm a szélelőrejelzéshez

erősödést vizsgálta, eljárást dolgozott ki a viharos szél előrejelzésére az Araltavon. Ezt a munkát megismételtük a Balatonra vonatkozólag, és azt találtuk, hogy a módszer jól alkalmazható, ha az

bárikus és az izallobárikus gradiens által bezárt szög,  $\Delta t = t_2 - t_1$  az előrejelzés időtartama,  $l$  a Coriolis paraméter,  $\rho$  a levegő sűrűsége.

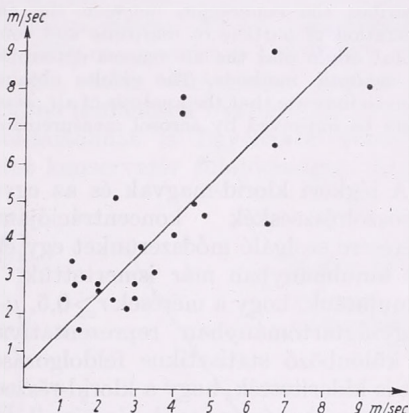
Felvive  $10^\circ$ ,  $20^\circ$  stb.  $90^\circ$ -ig a szögértékeket, valamint az izallobárikus gradiens (vízszintes tengely) és a sebességváltozás értékeit (függőleges tengely), az (1) egyenlet alapján a 2. ábrán feltüntetett nomogramot szerkesztettünk, amelyet abban az esetben használhatunk, ha a szélesség változását az alábbi módon határozzuk meg:

A már kianalizált szinoptikus térképen azon a ponton keresztül, amelyre a szélesség változását meghatározni kívánjuk, egy a bárikus és egy az izallobárikus gradienssel párhuzamos és annak irányával ellátott egyenest húzunk, és szögmérővel megmérjük az egyenesek által bezárt, illetve  $90^\circ$ -nál nagyobb szög esetén azt  $180^\circ$ -ra kiegészítő szöget. Ezután az izallobárikus gradienssel párhuzamos egyenes mentén a fent említett pontból kiindulva mind az alacsonyabb, mind a magasabb tendencia értékek irányában felmérünk 125 km-t, és az így kapott 250 km-es egyenes szakasz két végpontjában leolvassuk a tendenciát, és azok különbségének abszolút értékét vesszük. Ezt az értéket megkeressük a 2. ábrán feltüntetett nomogram vízszintes tengelyén, majd onnan függőlegesen felmegyünk a mért szögértékig, és oldalt, a nomogram függőleges tengelyén leolvassuk a szélesség változását. Ez a változás 3 órára vonatkozik, és a pillanatnyi szélességhez hozzá kell adni, illetve, ha kiegészítő szöget mértünk, akkor abból le kell vonni.

A fent leírt eljárás illusztrálásaként bemutatjuk a szélességben bekövetkező változás kiszámításának menetét Siófokra vonatkozólag az 1. ábrán feltüntetett időjárási helyzetben. Itt a bárikus és az izallobárikus gradienssel párhuzamos egyenes közötti szög  $13^\circ$ . Siófoktól az izallobárikus gradienssel párhuzamos egyenes mentén 125 km-re balra a tendencia  $+1,3$ , jobbra pedig  $0,0$ . A különbségük abszolút értéke  $1,3$ . Ha megkeressük ezt az értéket a nomogram vízszintes tengelyén, és onnan függőlegesen felmegyünk a  $13^\circ$ -ig, a nomogram bal oldalán a szélesség válto-

zására  $4,1$ -et olvashatunk le. Esetünkben ezt az értéket a pillanatnyi szélességhez hozzá kell adnunk.

A fent ismertetett módszer kipróbálása céljából Siófokra vonatkozólag 23 esetben kiszámítottuk a várható szélváltást. A 3. ábrán bemutatjuk a számított



3. ábra. A számított (vízszintes tengely) és a valóságos szélváltozás (függőleges tengely) közötti kapcsolat.

(vízszintes tengely) és a tényleges szélváltozás (függőleges tengely) közötti kapcsolatot. Innen látható, hogy az ismertetett módszer felhasználásával az 1. ábrán feltüntetethez hasonló szinoptikus helyzetben közelítő tájékozódást kaphatunk a szél erősségében bekövetkező változásról a Balaton térségében.

Megemlítjük, hogy a fenti 23 eset, amelyekben a szélesség változását kiszámítottuk, az 1962. év nyári hónapjaiban (június-augusztus) fordult elő. Ebben az időszakban 53 napon volt azóri anticiklon-nyúlvány a Dunántúl felett, és 38-szor következett be a főleg ezekben az időjárási helyzetekben tapasztalható fokozatos, tartósan egyirányú szélváltozás, de csak 23 esetben állt szinoptikus térkép rendelkezésünkre a napnak azokból az óráiból, amikor szélváltozás történt.

(A kézirat beérkezett: 1963. márc. 12-én)

ИРОДАЛОМ. [1] Лутешинова, Л. Е.: Прогноз штормового (сильного) ветра на Аральском море. Труды СНИГПИ, 1 (16), Ленинград, 1959.

## A légköri aeroszol-koncentráció összefüggése a légtömegekkel

*The Relation of Atmospheric Aerosol Concentrations to Air Masses (Summary).* Relying on 156 aerosol measurements the author describes the connection between the concentration of particle of maritime and continental origin and the air masses determined by synoptic methods. The results obtained seem to indicate that the analysis of air masses could be improved by aerosol measurements.

\*

A légköri klorid-magvak és az egyéb aeroszolrészecskék koncentrációjának mérésére szolgáló módszerünket egy előző tanulmányban már ismertettük, és kimutattuk, hogy a mérések  $r \geq 0,5$ ,  $\mu$ -os nagyságtartományban reprezentatívak. A különböző statisztikus feldolgozások azt is kiderítették, hogy a klorid-részecskék tengeri, míg az egyéb részecskék természetesen szárazföldi eredetűek, de a kloridoknál is számolnunk kell bizonyos helyi hatásokkal. Mindamellett ezek a ritka ipari eredetű hatások elkülöníthetők a többi esetektől. Kézenfekvő tehát, hogy ilyen jellegű mérések alapján lényegében objektív ítéletet mondhatunk azon légtömeg származási helyéről, amelyben a megfigyelést végeztük. A légtömegek fajtájának megállapítása döntő lehet a szinoptikus helyzet diagnózisában, azaz támpontokat nyújthat a prognózis elkészítéséhez. Véleményünk szerint a csapadékprognózisnál különösen fontos annak ismerete, hogy egy adott légtömeg tengeri vagy szárazföldi eredetű-e. Ezen túlmenően a légtömegek fajtájának megítélése egészségügyi szempontból is lényeges.

Ezen szempontokat figyelembevéve mérési eredményeinket feldolgoztuk a szubjektív következtetéseket szükségszerűen igénylő szokásos szinoptikus módszerekkel megállapított légtömegek szerint (lásd az Orsz. Meteorológiai Intézet légtömegnaptára). A feldolgozásnál 156, délben mért adatot használhattunk fel, amelyek az 1961. nov. 1-től 1962. okt. 31-ig terjedő időszakra vonat-

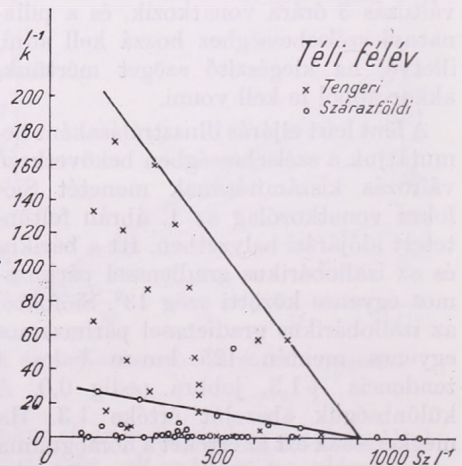
koznak. Az adatokat téli és nyári félévre bontottuk szét, az aeroszol-részecskék koncentrációjának évi menete miatt [3]. Az I. táblázat első sora a klorid- illetve az egyéb aeroszol-részecskék (légszennyező-dés) koncentrációjának középértékét adja meg egy liter levegőre vonatkoztatva a tengeri és szárazföldi eredetű légtömegekben a téli félévre 63 eset alapján. Ezzel kapcsolatban a következőket említhet-

### I. TÁBLÁZAT

*A klorid és egyéb aeroszol-részecskék koncentrációja tengeri és szárazföldi légtömegekben a téli és a nyári félévben 156 eset alapján*

Félév	Tengeri		Szárazföldi	
	klorid	egyéb	klorid	egyéb
Téli	51,1	378	4,5	495
Nyári	4,7	644	0,74	730

jük meg. Bár a totális aeroszoltartalom nyilvánvalóan kisebb tengeri levegőben azonban a közepek különbsége kicsi, tehát leszögezhetjük, hogy a légtömegek ilyen jellegű szétválasztására klorid-mérések nélkül nem vállalkozhatunk.

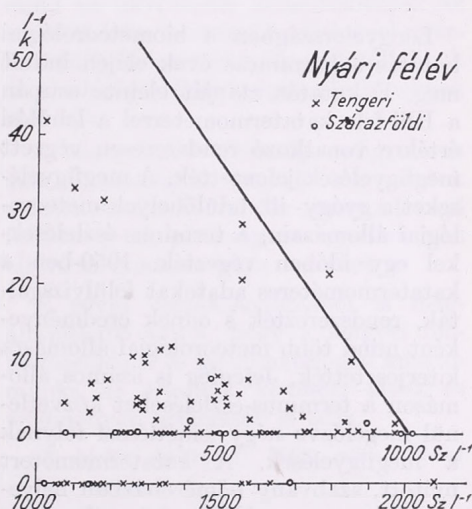


1. ábra: Méréseink összefüggése a szinoptikus módszerekkel megállapított légtömegekkel a téli félévben

Másrésről a kloridra vonatkozó koncentráció-közepék nagy különbsége arra mutat, hogy a téli félévben ebből a szempontból lényegében jók voltak a légtömegmegállapítások. Ezt az is alátámasztja, hogy a két adatsor között, a  $\chi^2$  próba alapján, még 1%-os valószínűségi szinten is szignifikáns különbség adódik. Sajnos a nyári félévben (93 eset) nem ilyen jó a helyzet. A kloridokra vonatkozó szárazföldi és tengeri adatok között még 10%-os szinten sincs szignifikáns különbség. Ez arra mutat, hogy nagyobb eltérés van objektív adataink és a légtömegnap-tár adatai között.

Az eltérések részletes elemzése szempontjából felrajzoltuk (1. ábra) a légtömegnap szerint tengerinek vagy szárazföldinek nyilvánított légtömegeket (keresztek illetve körök) egy olyan koordinátarendszerben, melynek abszcisszája a légszennyezettséget, ordinátája a klorid-koncentrációt adja meg  $l^{-1}$ -ben. Az 1. ábra a téli félévre vonatkozik. Az ábrán levő egyenesek a tengeri légtömegeket határolják el felülről az iparilag kloriddal szennyezett levegőtől, alulról pedig a szárazföldi légtömegektől. Az egyenesek kihúszása az egyes szennyezettségi értékekhez tartozó maximális klorid-koncentrációjú tengeri-, illetve szárazföldi légtömegek alapján történt. Az ábrából látható, hogy a légtömegmegállapítások többsége, mint már említettük, a téli félévben egyező volt (1100  $l^{-1}$ -nél nagyobb szennyezettséghez és 0  $l^{-1}$ -es klorid-koncentrációhoz tartozó adatokat nem tüntettük fel, mivel ezekben az esetekben a légtömegmegállapítás helyes volt). A 63 esetből kb. 10 esetben volt eltérés az analízis, ami 16%-nak felel meg. A nyári félévben (2. ábra) a klorid részecskék évi menete miatt (nyári minimum) a tengeri és szárazföldi légtömegeket jelző pontok egyaránt az abszcissza mentén sűrűsödnek, ami azt jelenti, hogy már kicsiny klorid-tartalom esetén is tengeri levegőről beszélhetünk. Azonban, mint látható, az abszcisszára is sok tengeri levegőre vonatkozó jel esik. Ezek a pontok különösen az 1000  $l^{-1}$ -nél

nagyobb szennyezettségű értékek esetén feltűnőek. Így ui. 93 esetből 38-szor nem egyezett a diagnózisméréseink, illetőleg a légtömegelemzés szerint, ami 41%-os eltérésnek felel meg. Dolgozatunkban elsősorban tehát arra óhajtottunk rámutatni, hogy milyen fontos segítséget jelenthet a légköri aeroszolak (tengeri és szárazföldi) rendszeres mérése. Az évi viszonylatban kb. 70%-os egyezést a közölt két ábra alapján talán lényegesen javítani is lehetne (különösen nyáron), ha az aeroszol-tartalmat is figyelembe vennénk, mint konzervatív tulajdonságot. Ebben



2. ábra: Méréseink összefüggése a szinoptikus módszerekkel megállapított légtömegekkel a nyári félévben

az esetben a tengeri légtömeg transzformálódását a klorid-tartalom csökkenése, illetve az egyéb aeroszol-koncentráció növekedése jellemezné. Ilyen jellegű mérésekkel egyes esetekben az is eldönthető lenne, hogy egy front mikor haladt át a talajon, azaz egy érkező légtömeg mikor vált uralkodóvá. Végezetül azt szeretnénk megjegyezni, hogy feldolgozásunk viszonylag kevés számú esetet tartalmaz és természetesen magán viseli a mérési periódus időjárási jellegének határait. Főként az 1962. évi száraz nyár játszhat itt lényegesebb szerepet.

(A kézirat beérkezett 1963. jan. 29-én)

## Biometeorológiai kutatások Lengyelországban

*Biometeorological Research in Poland* (Summary). The author expounds the basic principles governing biometeorological and bioclimatic research in Poland. The investigations include mainly the Hill type katathermometric measurements, observations of subjective temperature sensations and oppressiveness. The data obtained are assessed according to considerations making the results most expediently applicable in practice.

\*

Lengyelországban a biometeorológiai kutatás a harmincas évek elején indult meg. E kutatás alapját eleinte csupán a Hill-féle katathermométerrel a lehülési értékre vonatkozó rendszeresen végzett megfigyelések jelentették. A megfigyeléseket a gyógy- ill. üdülőhelyek meteorológiai állomásain, a terminus-észlelésekkel egy időben végezték. 1950-ben a katathermométeres adatokat felülvizgálták, rendszerezték s ennek eredményeként mind több meteorológiai állomásra kiterjesztették. Jelenleg is számos állomáson a terminus-észleléseket közvetlenül megelőzve négy ismétléssel folynak a megfigyelések. A katathermométert nyitott, szabvány hőmérőházban helyezik el, hogy megvédjék a közvetlen nap-sugárzástól és a csapadéktól. Minthogy az egyes gyógy- ill. üdülőhelyeken csupán a meteorológiai állomáson végzik a méréseket, természetesen csak hozzávetőleges képet kaphatnak a lehülési viszonyokról. Ahol részletesebb adatokra van szükség, ott a jellemző pontokon kiegészítő mérésekre is sor kerül. Az adatokat a gyógy- ill. üdülőhely fejlesztései felhasználják arra is, hogy további építkezések során a helyi éghajlatot kedvező irányban módosítsák [1].

A hazai biometeorológiai kutatások szemszögéből nézve a lengyel mérési programot, érdemesnek véljük itt mindjárt néhány megjegyzés tételét: lehülési-érték mérések Magyarországon rendszeresen nem folynak, hanem csak némely

felvetődött problémával — mint pl. Balaton-kutatással — kapcsolatban. Ha a jelenlegi helyzetet fenntartjuk, nem lesz reményünk arra, hogy az ország jellegzetes tájain a biometeorológiai sajátosságok fontos jellemzőjét a lehülési értékeket megismerjük. Ezért tartjuk szükségesnek legalább a jelentősebb gyógy- ill. üdülőhelyeken a katathermométerrel végzendő lehülési-érték mérések megindítását.

Lengyelországban egy-egy hely biometeorológiai vizsgálatát a lehülési értékek megállapítása mellett *szubjektív hőérzeti megfigyelésekkel* is kiegészítették. A hőérzetre vonatkozó megfigyeléseket Petrovic, S. és Kacvinsky, M. által a Conrad, V. rendszerének továbbfejlesztésével kidolgozott hőérzeti tartományok szerint végzik, némi módosítással [1—3]:

szubjektív hőérzetek:	száraz lehülési értékek mgcal/cm <sup>2</sup> sec:
forró	0—5
meleg	5—10
kellemes	10—15
kellemesen hűvös	15—20
hűvös	20—30
hideg	30—40
nagyon hideg	40—50
elviselhetetlenül hideg és szeles	nagyobb mint 50

A lengyel kutatások során alkalmazott ezen hőérzeti tartományok eltérnek az általunk kidolgozott és használtaktól [4] részint abban, hogy több tartományt különítenek el a hideg érzetekre, jobban differenciáltak, másrészt abban, hogy a lehülési értékközök is különbözők. E sajátosság oka Lengyelország hazánkéhoz viszonyítva hidegebb éghajlatában rejlik.

A mi szempontunkból érdemesnek tartjuk a lehülési értékek adatok *feldolgozási módszerét* részletesebben ismertetni. Az adatok feldolgozása során mindig meg-

adják a lehülési értékek havi és évi közép-értékeit, de nagy súlyt helyeznek a gyakorisági értékek közlésére is, mint-hogy a különböző helyek sajátosságait a lehülési értékek amplitúdója, valamint maximális és minimális értékei különösen jól jellemzik. Éghajlati jellemzőként vizsgálják a lehülési értékek napközi változékonyságát. Hatékonyságának kritériumaként az 5 mgcal/cm<sup>2</sup> sec-nál nagyobb lehülési értéket tekintik. A vizsgálatok szerint e küszöbértékeknel nagyobb változékonyság káros szerkezeti reakciókat hoz létre [3, 5].

Ismeretes a *Linke*, *Conrad* és *Gregor* által egyaránt 50 mgcal/cm<sup>2</sup> sec-nak meghatározott lehülési-érték határ, melyet a bioklimatológiában a klimatikus gyógy- és üdülők helyek optimuma felső küszöbértékének tekintünk. A lengyel bioklimatológiai tanulmányok ezt az értéket veszik alapul egy-egy gyógy- ill. üdülők hely optimális viszonyainak kijelölésekor [5].

A *fülledtség-vizsgálatokat* a lehülési érték, a gőznyomás és az ekvivalens hőmérséklet különböző küszöbértékeinek megállapításával, továbbá szubjektív fülledtségmegfigyelések segítségével végzik [6, 7]. A lehülési értékre vonatkozólag sorra megvizsgálták a szakirodalomban közölt küszöbértékeket. Lengyel tapasztalatok alapján legmegfelelőbbnek látszott *Gregor* és *Brychta* által 0—2,5 mgcal/cm<sup>2</sup> sec-nak és *Petrovic* és *Kacvinsky* által 0—5,0 mgcal/cm<sup>2</sup> sec-nak meghatározott száraz lehülési érték alkalmazása. A vizsgálatok során kitént, hogy a lehülési értékkel megadott fülledtség-kép eltér a szubjektív megfigyelésekkel megállapítottól. Az eltérés kiküszöbölésére megfelelőnek látszik a nedves lehülési érték alkalmazása, mely tekintetbe veszi a levegő páratartalmát is. A fülledtségnek a gőznyomással meghatározható kritériumaként *Scharla u*, *K.* 14,08 Hgmm-es küszöbértékét fogadták el, melyet millibárban fejeznek ki (18,8

mb). A fülledtség meghatározására a gőznyomást — a lehülési értékkel szemben — sokkal megfelelőbbnek tartják. Ha a fülledtség kritériuma az ekvivalens hőmérséklet, akkor *Leistner* küszöbértékét alkalmazzák, mely szerint a fülledtség 46 és 56 C° ekvivalens hőmérséklet idején áll elő s ez 51 C°-os közepes ekvivalens hőmérsékletet jelent. Ezt az értéket mi is megfelelőnek tartjuk, mert számításaink szerint a fülledtség küszöbértéke nálunk is az 51 C° ekvivalens hőmérséklet.

Mint ismeretes, mind a gőznyomásnak, mind az ekvivalens hőmérsékletnek az említett küszöbértékei segítségével nyerhető fülledtségértékek a leghelytállóbbak és a valóságos fülledtséget a leghívebben tükrözik.

A szubjektív fülledtségmegfigyelések már óvatosságra intenek. Az adatok szórása szerint az észlelők érzete a levegő fülledtség- ill. párásságviszonyainak igen eltérő meghatározására vezethet.

E rövid összehasonlításból is megállapítható annyi, hogy a lengyel biometeorológiai és bioklimatológiai kutatómunka az általunk követett elvek és eredmények igazolását is adja.

(A kézirat beérkezett: 1962. márc. 12-én)

IRODALOM. [1] *Gurba*, A.: Wyniki obserwacji ochładzania w Zakopanem. Wiadomości Sluzby Hydrologicznej i Meteorologicznej. VI, 5. 1959. — [2] *Gurba*, A.: O wielkości ochładzania w Zakopanem i na Kasprowym Wierchu. Przegląd Geofizyczny, 1956, 1. — [3] *Gurba*, A.: O wartosciach wielkosci ochładzania w Ciechocinku. Wiadomości Uzrowiskowe, 1959, 1—2. — [4] *Gajzágó L.* — *Popovics I-né*: Kísérlet hőérzeti tartományok megállapítására. *Időjárás*, 1960, 3. sz. — [5] *Gurba*, A.: O ochładzaniu katatermometrycznym w miejscowosciach uzdrawiskowych Sudetow i Karpat. Wiadomości Uzrowiskowe, 1961, 1—2. — [6] *Chelchowski*, W.: Charakterystyka parnosci w Cha-Pa i Phu-Lien. Przegląd Geofizyczny, 1960, 4. — [7] *Chelchowski*, W.: Kilka uwag o parnosci w Polsce (lato 1960). *Gazeta Obserwatora PIHM*, 1961, Marzec.

Szilágyi Tibor:

## Talajhőmérséklet- és horizontkorlátozás-mérések ikersoros paradicsomállományban

*Измерения температуры почвы и ограничения горизонта в двух-рядовой плантации томатов.* Рассматриваются измерения температуры почвы 6 и 7 августа 1962 года в так наз. двух-рядовой плантации томатов (90+40×40 см). Измерения производились перпендикулярно к направлению рядов на глубине 5 см. Между 7 и 8 ч. утра на этой глубине температура была 23—24° на всем профиле плантации (Рис. 1). За несколько часов температура почвы быстро возросла в тех местах, где солнечные лучи свободно падали на поверхность почвы т. е. куда соседние растения не отбрасывали тени. К моменту максимума температуры почвы — около 14 часов — площадь, облучаемая солнцем была теплее на 8°, чем затененные участки. Дальнейшие исследования производились в различных двух-рядовых плантациях томатов. Высота растений в одной плантации была 50 см, в другой 80 см. Ограничения горизонта в обеих плантациях производились с теодолитом. В плантации высотой 50 см продолжительность инсоляции отдельных плодов была на 5,5 часов меньше (Рис. 2), а в плантации высотой 80 см на 9 часов меньше (Рис. 3) в сравнении с максимально возможным.

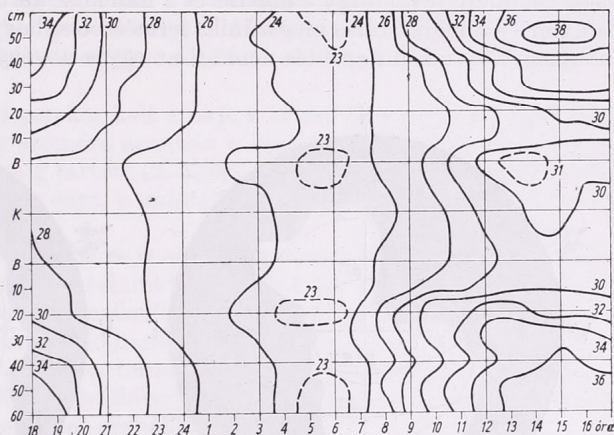
\*

*Messungen der Bodentemperatur und der Horizonteinschränkung in einem Tomatenbestand mit Zwillingssreihen.* Am 6. August 1962 wurden durch den Verfasser Messungen der Bodentemperatur in einem Tomatenbestand mit sogenannten Zwillingssreihen (90+40×40 cm) durchgeführt. Die Messungen wurden senkrecht zu den Pflanzenreihen, in einer Tiefe von 5 cm vorgenommen. Am Morgen, zwischen 7 und 8 Uhr, betrug die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe im ganzen Durchschnitt des Bestandes einen Wert von 23 bis 24 Grad (Abb. 1). In einigen Stunden ereignetesich eine rapide Zunahme der Bodentemperaturen an denjenigen Stellen, an welchen die Bodenoberfläche frei der Sonnenbestrahlung ausgesetzt war, das heisst, wo sie nicht durch benachbarte Pflanzen beschattet wurde. Eine weitere Folge der Beschattungen bestand darin, dass zur Zeit des Temperaturmaximums im Boden, gegen 14 Uhr, die Temperaturen in sonnenbestrahlten Boden um 8 Grad höher ausfielen, als im beschatteten Boden. Weitere Untersuchungen wurden in verschiedenen Tomatenbeständen mit Zwillingssreihen ausgeführt. Die Pflanzenhöhe betrug in einem Bestande 50, im anderen 80 cm. Messungen der Horizonteinschränkung wurden in beiden Beständen unter Verwendung eines Theodolits ausgeführt. Die Dauer der unmittelbaren Insolation der einzelnen Früchte war im 50 cm hohen Bereiche um 5,5 Stunden geringer (Abb. 2.), und im 80 cm hohen Bereiche erreichte der Fehlbetrag 9 Stunden (Abb. 3.), im Vergleich zu der maximal möglichen Bestrahlung.

\*

A paradicsom agrometeorológiájára vonatkozó kutatásaink folytatásaként 1962-ben azt vizsgáltuk, hogy az ikersoros (90+40×40 cm) paradicsomállományban hogyan alakul a talajhőmérséklet napi menete, továbbá, hogy a tövön levő bogyók átlagmagasságában mennyi a gyakorlatilag lehetséges napfénytartam.

A talajhőmérséklet napi menetére vonatkozó megfigyeléseinket 1962. augusztus 6-án 18 órakor kezdtük el, és 7-én 17 órakor fejeztük be. Az észleléseket óránként végeztük. A hőmérő tranzisztrokat — amelyekkel a méréseket végrehajtottuk — 5 cm mélységben helyeztük el, és pedig a sorokra merőlegesen, egymástól 10 cm távolságra. Így tehát 6+6 termisztort a széles sorok közé, a sorok irányára merőlegesen, egyet a keskeny sorközbe, egy-egyét pedig a paradicsomtövek alá helyeztünk, ugyancsak 5 cm mélyen.



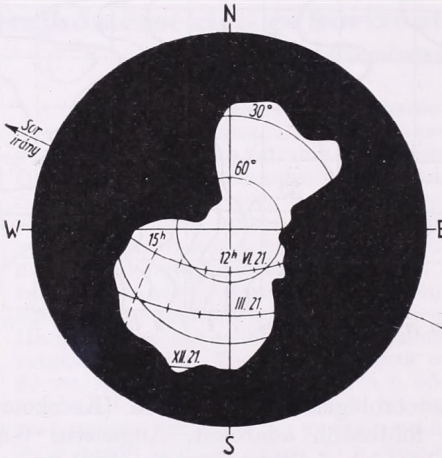
1. ábra. Talajhőmérséklet napi menete (5 cm). B = paradicsomtövek alatt, K = keskeny sorközben mért talajhőmérséklet.

A kérdéses napokról közöljük a meteorológiai állomásunkon (Kecskemét, Agrometeorológiai Obszervatórium) mért fontosabb adatokat. Augusztus 6-án: léghőmérsékleti maximum 32,2, minimum 18,0 fok, felhőzet középértéke 1,3, napsütéses órák száma 13,4. 7-én: léghőmérsékleti maximum 34,3 (az év legmelegebb napja), minimum 16,8 fok, felhőzet középértéke 2,7, napsütéses órák száma 13,2.

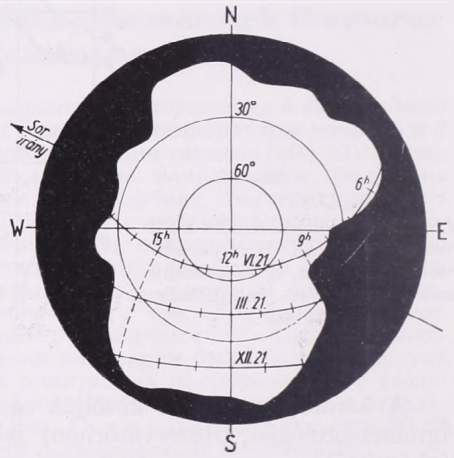
Az 1. ábrán jól látható, hogy az észlelések kezdetétől a talaj hőmérséklete 5 cm mélységben fokozatosan csökkent. Ekkor még a tövek alatt 27—28 fok volt a talaj hőmérséklete. Innen kifelé haladva egyre magasabb talajhőmérsékleteket észleltünk (a tövektől 60 cm távolságra 35 fok volt). Napnyugta után (18,45 óra) a talajhőmérsékletben horizontális kiegyenlítődés figyelhető meg. Ez a folyamat azonban nem mehetett teljesen végbe, mivel napkeltétől (4,50 óra), a besugárzás megindulásával ismét melegedni kezdett a talajfelszín, illetve később a mélyebb talajrétegek is. Az ábráról még azt láthatjuk, hogy reggel 7—8 óra között az ikersoros állomány csaknem egész keresztmetszetében 23—24 fok volt az 5 cm-es mélység hőmérséklete. Néhány órával később a talaj hőmérséklete rohamosan emelkedett azokon a helyeken, ahol a napsütés szabadon érte a talaj felszínét, ahová a szomszédos tövek még nem vetettek árnyékot. Az árnyékvetésnek tulajdonítható az a körülmény, hogy amikor pl. a talajhőmérsékleti csúcserték beálltakor (14 óra körül) a tövek alatt és közelében 29—30 fokig emelkedett a talaj hőmérséklete, addig a tövek árnyékától mentes területen 37—38 fokos maximumok alakultak ki. A tövek árnyékoló hatásának következtében a besugárzás kezdetétől a talaj hőmérséklete egyenlőtlen eloszlást mutat. Napnyugta után a talajhőmérséklet kiegyenlítődési folyamata ismét megindul.

Tekintettel arra, hogy a napsugárzás az időjárás irányítója s ezen belül a talaj a léghőmérséklet kialakulása is elsősorban ennek a függvénye, a napsugárzás tüze-

tesebb vizsgálata különös figyelmet érdemel. Ha ezen körülményhez hozzá vesszük még a növényi élet szempontjából rendkívül fontos, biokémiai folyamatokat kiváltó hatását, akkor a napsugárzás vizsgálata elsőrendű szerepet kap. Pontos mérése technikai okokból nehéz feladat, időtartama viszont aránylag könnyen mérhető a Campbell—Stockes-féle üveggolyós napfénytartammérővel. Habár a napsütéses órák száma a sugárzás mennyiségi, és minőségi értékeiről nem ad számot, ezek az adatok mégis igen fontosak. Mint már említettük, a napsütéses órák száma aránylag könnyen mérhető. Az üveggolyós napfénytartammérő jegyzi a napsütés időtartamát. Ha felhő, vagy valamely tereptárgy a műszer és a nap közé kerül — vagyis a műszer árnyékában van — a regisztrálás megszűnik, természetes, hogy pl. egy bizonyos növényállományban közvetlen napsütés nem éri az egyes növényeket napkeltétől-napnyugtáig



2. ábra. 50 cm átlagmagasságú ikersoros paradicsomállományban mért horizontkorlátozás



3. ábra. 80 cm átlagmagasságú ikersoros paradicsomállományban mért horizontkorlátozás

egyfolytában, mivel megfigyelt növényünk szomszédai, vagy más tereptárgyak a nap bizonyos szakában árnyékot vetnek a talajra, illetve növényre. Hogy az árnyékolásnak ez a fajtája — a felhőzet okozta árnyékolás kivételével — milyen mértékű lehet, szintén fontos kérdés. F. Lauscher nyomán R. Geiger [1], Takács [2], Szakály-Szilágyi [3], hasonló kérdések tanulmányozásával már foglalkoztak. Ezek a megfigyelések azonban völgyek, napfénytartammérő műszerek, illetve meteorológiai állomások horizontkorlátozásaira terjedtek ki. Esetünkben azt vizsgáltuk, hogy egy állományon belüli egyetlen növény milyen mértékű horizontkorlátozást szenved szomszédaitól.

Méréseinket pilotozásra is használt teodolittal hajtottuk végre 1962. július 26-án ikersoros paradicsomállományban. E célból a teodolitot a talajfelszínre vízszintesen elhelyezett deszkalapon pontosan beállítottuk, majd a keresőtávcső ötfokontkénti oldalirányú tova mozgatása után leolvastuk a megfelelő oldalszöghez tartozó magassági szög értéket. „Korlátozott”-nak azt a magassági szög értéket vettük, amelynél a keresőtávcső látómezejében a szomszédos növények legalább 75—80%-os takarást idéztek elő. Ilyen magas értékszám mellett már határozott, élettani és biokémiai folyamatokat módosító árnyékvetődéssel számolhatunk.

Az így mért adatokat azután Takács [4] által szerkesztett térképre rajzoltuk föl. Ezen a térképen 0-tól 360 fokig 5 fokonként az égtájnak megfelelő oldalszögeket

tüntet föl. A magassági szögek szintén ötfokoként, a külső körtől befelé vannak fölrajzolva. A 90. fok a körök középpontja. A térkép alsó felén vastag vonalakkal a nappályákat jelentő deklinációs körvek találhatók, ezeket óravonalak metszik. A térképről interpolálással kellő pontossággal leolvasható az év kérdéses napján az illető álláspont helyileg lehetséges napsütéstartama, továbbá a napmagasság, a napsütés iránya és az egyes tereptárgyak árnyékvetésének iránya.

Mérési adatainkat tehát ilyen térkép-úrlapra vittük föl, s ezekből készítettük a 2. és 3. ábrát. Meg kell még jegyeznünk, hogy — mint említettük — ikersoros paradicsomállományban végeztük méréseinket a zsendülés (érés kezdete) időszakában, éspedig az állományban egy hiányzó tő helyén. Az átlagos növénymagasság 50 cm volt. A magassági szög  $\pm 0$  foka a talajfelszíntől 20 cm-re, vagyis a tővön levő bogyók átlagmagasságában volt.

A mérés napján 4 óra 13 perckor kelt a nap, s 19 óra 27 perckor nyugodott le. Az állományon belüli növény számára azonban a közvetlen napsütés ezen a napon csak 8 óra 15 perctől — 17 óráig tartott (2. ábra). Tehát mintegy 9,5 óra közvetlen napsütés ért általában egy növényt a mintegy 15 órás maximálisan lehetséges napsütéshez képest.

Ez az ábra korábbi fejtegetéseinkre is ad bizonyos magyarázatot. Az augusztus 6—7-én végzett talajhőmérséklet adatainkból az tűnt ki, hogy 5 cm mélységben 8—9 óra után kezdett rohamosan emelkedni a talaj hőmérséklete. Nyilvánvaló oka ennek az, hogy az állomány árnyékoló hatása következtében a talajfelszín csak 8—9 óra után kapott közvetlen napsütést huzamosabb ideig. A napjárástól függően a növények árnyékoló hatása térben és időben változott, s ez okozta az 1. ábra jobb oldalán látható izovonalak szeszélyes görbüléseit.

Az előbbihez hasonló horizontkorlátozás-mérést végeztünk egy másik ikersoros paradicsomállományban is (3. ábra). A méréseket szintén július 26-án végeztük, az előbbihez teljesen hasonló körülmények között. Az átlagos növénymagasság azonban itt 80 cm volt. Ez az állomány már lényegesen jobban árnyékolta az egyes növényeket a bogyók magasságában. Itt már csak 6 óra közvetlen napsütés érte az egyes töveket. Nyilvánvaló, hogy a nagyobb növénymagasság a szomszédos növények és a talajfelszín nagyobb mérvű árnyékolását idézi elő.

Az egyes növények tenyészterületének megállapításánál tehát — egyéb tényezőkn kívül — a várható horizontkorlátozás mértékét is célszerű figyelembe vennünk, akár napfényigényes, akár pedig közvetlen napsütést kevésbé tűrő növényről van szó.

(A kézirat beérkezett: 1963. január 29-én.)

#### IRODALOM

- [1] Geiger, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, 1950.
- [2] Takács L.: Umrechnung der registrierten Sonnenscheindauer auf den idealen Horizont. Időjárás, 62. évfolyam, 1958. 5. szám.
- [3] Szakály—Szilágyi: A valódi horizontról. Időjárás, 62. évfolyam, 1958. 4. szám.
- [4] Takács L.: A napsugár hajlásának grafikus meghatározása bármely időpontban. Beszámoló a 1951-ben végzett tudományos kutatásokról. Országos Meteorológiai Intézet Hivatalos kiadványai XIV. kötet. Budapest, 1951.

## A füves és a hengerezett talaj hőmérséklete

*The Temperature of Grassy and of Rolled Soil* (Summary). From the agricultural point of view it is important to know whether or not the soil temperature of meteorological stations located in grassy areas is essentially different from that of cultivated soils. A new method is suggested for the investigation of this question. The author has divided into two parts the measurement data obtained in 24 hours: those taken during the period of irradiation and those registered during the time of radiation. To these two sets of data he applied a non-parametric method referring to samples containing a small number of elements. His new method can be used to solve other meteorological problems, too.

×

Mivel éghajlati állomásaink egy részének talaja füves, megvizsgáltuk, hogy a füves talajban mért hőmérséklet, valamint a művelés alatt álló területek talajhőmérséklete a nap folyamán mutat-e lényeges eltérést. Ez a kérdés főként a mezőgazdaság meteorológiai tájékoztatásánál kerül előtérbe.

Egy korábbi dolgozatban [1] leírt vizsgálat (1957. VII. 5—6) mérési adatai alapján tárgyaljuk a kérdést. Itt a füves és hengerezett talaj 2 cm-ben mért hőmérsékleti értékeit vizsgáljuk, de hasonló eredményeket kapnánk a másféleképpen művelt talajok hőmérsékletére, valamint még az 5 és 10 cm-es mérési mélységekre is.

Hivatkozva a már említett dolgozathoz leírt tapasztalatokra, a 24 órás adatsort rögtön egy besugárzási és egy kisugárzási időszakra osztottuk. Besugárzási időszakra vettük azt az időszakot, amikor a 2—5 cm-es rétegben a talaj belseje felé irányult a hőszállítás, kisugárzási időszakra, amikor a felszín felé áramlott a hő. Vizsgáljuk meg először a besugárzási időszakot. Azt már tapasztalatból is tudjuk, hogy a hengerezett talaj nappal melegebb, mint a füves talaj. Az a kérdés tehát, hogy szignifikánsan melegebb-e?

A kérdés eldöntésére egy, a kisélemezszámú minták vizsgálatára szolgáló gyors módszert [2] alkalmazunk. Ez a módszer sok meteorológiai feladatnál felhasználható, ezért nemcsak a kapott eredményt, hanem az egész eljárást is ismertetjük röviden.

A módszer alkalmazásának három feltétele van:

1. A vizsgált statisztikai sokaságnak folytonosnak kell lennie.

2. Az összehasonlítandó mintáknak egymástól függetleneknek kell lenniük.

3. Az összehasonlítandó minták azonos elemszámúak legyenek.

Nagy előnye, hogy az eloszlásnak nem kell normálisnak lennie. Emiatt a meteorológiában is gyakran alkalmazható. Esetünkben is mindhárom feltétel teljesül.

A kiértékelés első lépése: rendezzük el mindkét mintában a mérési adatokat nagyság szerint, majd a két adatsorból képezzünk egyetlen nagyság szerinti sort:

25,2	32,0	37,1	44,4
26,1	34,0	37,5	46,9
27,2	34,2	37,6	47,2
27,3	35,3	38,8	48,7
29,3	35,9	40,0	48,8
29,6	36,7	43,4	49,1

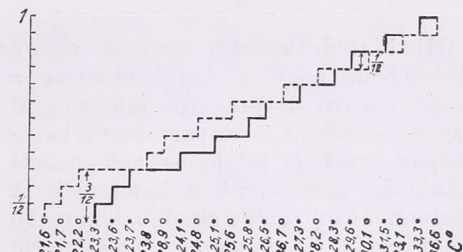
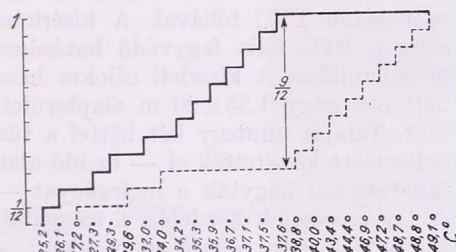
A *dőltbetűs* adatok a füves talaj hőmérsékleti értékei, amelyek nincsenek aláhúzva a hengerezett talajé. Ezután egy milliméteres vagy kockás papírra rajzolt koordinátarendszer abszcisszatengelyére a kezdőponttól kiindulva egyenlő távolságban felírjuk az egyesített adatsor értékeit. A füves talaj adatait telt, a hengerezettét üres karikával jelöljük (1. ábra). Az ordinátatengelyen annyi beosztást veszünk, ahány adatból állnak a mintáink. Itt  $n = 12$ . Egy-egy beosztás  $1/n$ -nel egyenlő, tehát a legfelső beosztás 1 lesz. Most már megrajzolhatjuk a görbét.

Kezdjük a füves talajjal. A koordináta-rendszer kezdőpontjától kiindulva, ha az abszcisszatengelyen egy telt karikával jelölt értékhez érünk, akkor egy ordináta-beosztással feljebb megyünk, míg el nem érjük az 1-es beosztást. Az így kapott lépcsőzetes görbét a minta empirikus eloszlásgörbéjének nevezzük. Hasonlóképpen rajzoljuk meg a másik görbét is.

A füves talaj hőmérsékleti görbéjének a hengerezetté feletti maximális kiugrását  $D^+$ -szal jelöljük, a hengerezett

kezettni, korábbi hasonló vizsgálataink pedig nincsenek, így az előzetes hipotézis nélküli táblázatot használjuk. Az eltérés a 95%-os szinten sem szignifikáns, tehát a kisugárzási időszakban nincs lényeges különbség a vizsgált talajhőmérsékletek között. Ezek szerint olyan esetekben, amikor a reggeli terminus észlelése még a kisugárzási időszakba esik, a füves éghajlati állomás alapján is lehet következtetni a művelt talajok hőmérsékletére.

Az is kitűnik még az ilyenirányú



1. ábra: A füves és a hengerezett talaj 2 cm-es hőmérsékletének empirikus eloszlásgörbéi a besugárzási időszakban 1957. július 5-én

2. ábra: A füves és a hengerezett talaj 2 cm-es hőmérsékletének empirikus eloszlásgörbéi a kisugárzási időszakban 1957. július 5–6-án.

talaj görbéjének a füvesé feletti maximális kiugrását  $D^-$ -szal. Esetünkben  $D^+ = b/n = 9/12$ , a  $D^- = a/n = 0$ , ordináta-egységekben kifejezve. Ezután a megadott táblázatban (előzetes hipotézis esete!) [3] megkeressük az  $n = 12$  rovatban az  $a = 0$  értékhez és a 99,9%-os szinthez tartozó  $b$  értéket. Ha ez kisebb a számított  $b$  értéknél vagy egyenlő vele, akkor az eltérés szignifikáns. Tehát példánkban is. Azaz, a déli terminus észlelésnél a füves éghajlati állomás talaja lényegesen hűvösebb, mint a hengerezett talaj, vagy általában a művelt talajok. Ezt talajhőmérsékleti feldolgozásoknál és tájékoztatásoknál feltétlenül figyelembe kell venni.

Vizsgáljuk meg a kisugárzási időszakot (2. ábra). Teljesen azonosan járunk el, mint az előbbi esetben, mivel azonban a terminus észlelésekből az éjszakai hőmérsékleti viszonyokra nem tudunk követ-

vizsgálatokból [1], hogy ha valaki két talaj hőmérsékleti menetek közötti különbség iránt érdeklődik, elegendő a besugárzási időszakban méréseket végeznie, mivel a kisugárzás általában nem tud jelentős talajhőmérsékleti különbségeket létrehozni. E megállapítások főleg a nyári hónapokra vonatkoznak.

(A kézirat beérkezett: 1962. szept. 25-én.)

IRODALOM: [1] Kozma Ferenc—Varga H. Zoltán: Megművelt és takart talajok hőmérsékletének napi menete. *Időjárás* 62. évfolyam, 150. old., 1958. — [2] Juvancz Iréneusz—Lipták Tamás: A matematikai statisztika orvosi-biológiai alkalmazásának néhány problémájáról. MTA Alkalmazott Matematikai Intézetének közleményei. I. kötet, 175. old., 1952. — [3] Kiegészítés Juvancz Iréneusz dr. és Lipták Tamás: „A matematikai statisztika orvosi-biológiai alkalmazásának néhány problémájáról” c. dolgozathoz. MTA Alkalmazott Matematikai Intézetének közleményei. II. kötet, 239. old., 1953.

## Melegágynak takarása műanyagfóliával

*Plastic-leaf Cover for Forcing Beds* (Summary) Temperature measurements taken between April 4 and May 6, 1962, were used to control the cooling-reducing effect of plastic-leaf (PVC) covers for forcing beds in the Agricultural Experimental Institute, Kecskemét. According to information obtained, the most effective protection is offered by double-layer plastic covers. In the case of single-layer covers one of the drawbacks is the smaller resistance to wind effects. This is valid also for tunnels made of PVC for growing seedlings.

×

Mind több kísérlet történik annak érdekében, hogy a kertészetekben a hagyományos üvegtakarót műanyaggal helyettesítsék. A műanyagtakarók bevezetését egyéb jó tulajdonságaik mellett gazdasági szempontok is indokolják. A legtöbb műanyagfólia olcsóbb, könnyebb az üvegnél és mindezek mellett nem törékeny. De például a poliészter-gyanta Werminghausen [1] szerint a napfény 82%-át átengedi, nem törik, könnyű, azonban nagy hátránya, hogy négyszerte drágább az üvegnél.

A „Mylar” plasztikanyag [2] a poli-etilénél kilencszerte tartósabb, a napfény 90%-át átengedi és az üvegnél sokkal olcsóbb. A „filon” nevű [3] műanyag kemény, üvegrosterősítésű lapokban készül, üveg pótlására. Fényáteresztőképessége 91—92%.

A legáltalánosabban használt műanyagfóliák a polietilén és a PVC. Mindkettő igen jó fényáteresztő. A 0,1 mm vastagságú polietilén Renard szerint [4] egyike a legjobb fényáteresztő műanyagoknak. 300  $\mu$  fölött a fényáteresztőképessége 99% körüli. A 0,2 mm vastag PVC fólia 300  $\mu$ -nál a fénynek kb. 85%-át ereszt át. Nagyobb hullámhosszúságú fény esetében jobb az áteresztőképessége. 6000  $\mu$ -nál eléri a 98%-ot. Ugyanakkor a 3,1 mm vastagságú üveg 500  $\mu$ -nál a legjobb fényáteresztőképességű (92%), nagyobb hullámhosszúságok felé fokozatosan csökken az áteresztőképessége.

Az említett műanyagok nagy hátránya, hogy a fényáteresztőképességük az idő haladtával gyorsan romlik. A fóliák élettartama Somos szerint [4] 1—2 év. A második évben azonban az öregedés és a rárakódó légszennyeződések következtében a fényáteresztőképességük mintegy 30—40%-kal is csökkenhet.

Kecskeméten a Duna-Tiszaközi Mezőgazdasági Kísérleti Intézetben 1962. tavaszán kezdtek kísérleteket 0,2 mm vastagságú PVC fóliával. A kísérletek célja a PVC fólia fagyvédő hatásának megállapítása. A kísérleti célokra használt melegágy 1,35  $\times$  20 m alapterületű volt. Talaját mintegy két héttel a tűzdelés előtt készítették el — ez idő alatt takaratlanul hagyták a melegágyat —, és így méréseink kezdetén a trágyatalp fűtőhatása már jelentősen csökkent. A melegágyat választófalakkal négy egyenlő részre osztották, és az egyes részeket a következőképpen takarták le (1. ábra):

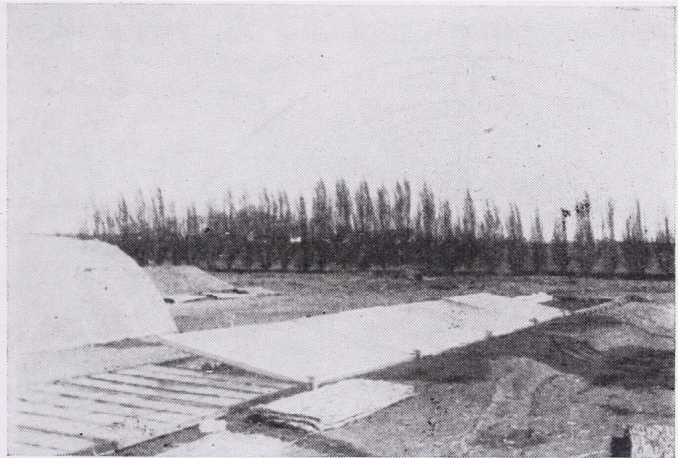
- szabvány üvegablak és nádtakaró,
- fakeret mindkét oldalára feszített PVC fólia,
- fakeret egyik oldalára erősített PVC fólia,
- fakeret nélkül a melegágyra feszített fólia.

A fakeretek 2,5  $\times$  1,5 m nagyságúak, a közepén egy feszítőléccel merevítve.

A melegágy elkülönített részeibe egyegy radiációs minimum hőmérőt helyeztünk el, melyeket a reggeli leolvasás után beszedtünk. A mérést április 4-től, május 6-ig folytattuk. A megfigyelési időszak alatt a kétrétegű PVC fólia védőhatása volt a legnagyobb. A 29 mért érték alapján átlagosan 3 fokkal volt magasabb a hőmérséklet a kétrétegű PVC takaró alatt, mint a többi takarók alatt. A középértékek a következők voltak: kétrétegű PVC takaró; 11,3 fok, egyrétegű PVC takaró; 8,2 fok, keret nélküli PVC takaró; 8,1 fok és a kontroll (üveg + nádtakaró) alatt 8,1 fok.

Ezek az értékek azonban nem általánosíthatók az egész mérési időszakra vonatkozólag. Egészen másképp alakult a hőmérséklet derült, illetőleg borult, szeles vagy szélesenedes időben. Derült éjszakán jóval nagyobbak voltak az

A hőmérséklet alakulása szempontjából lényeges volt a szél hatása. Szélesenedésben, vagy egészen gyenge légmozgásoknál a melegágy egyes részeiben a levegő kicserélődése nem mehetett végbe. A talaj, valamint a növényzet párologta-



1. ábra: A kísérleti célra használt 20 × 1,35 alapterületű melegágy

egyes mérési helyek között a hőmérsékleti különbségek, mint borult éjszakán. Április 12-én borult időben a következő minimumokat mértük: kétrétegű PVC fólia: 12,0 fok, egyrétegű PVC fólia: 9,8 fok és a kontroll takaró alatt: 10,5 fok. Ugyanezek az adatok április 19-én, derült éjszakán a következőképpen alakultak: 14,1, 8,1 és 13,9 fok. Borult időben a legnagyobb eltérés az egyrétegű és kétrétegű PVC fólia alatt létrejött minimumok között 2,3 fok, míg derült időben 60, fok.

tása következtében a belső levegő vízgőzzel telítődött (valóságos gőzfelhő képződött). A megnövekedett páratartalom kisugárzásgátló hatása miatt az egyrétegű PVC fóliák alatt magasabb volt a radiációs minimum érték, mint a kontroll takaró alatt (I. táblázat).

Szeles időben — szelesnek számítottuk azt az éjszakát, amikor a szélesség elérte, illetőleg meghaladta a 7 m/sec-ot — a könnyű PVC fóliák lerögzítése nem volt kielégítő. A szél hatására folyamatosan cserélődött a levegő, és így a radiá-

#### I. TÁBLÁZAT

*Radiációs minimum a különbözőképpen takart melegágy egyes részeiben, szélesenedes időben*

1962.	Kétrétegű PVC fólia	Egyrétegű PVC fólia	Meleg-ágyra feszített PVC	Kontroll
ápr. 6.	12,2	8,7	8,4	7,4
11.	14,0	9,8	11,4	9,5
20.	13,6	10,4	10,0	9,0
25.	15,5	13,9	12,6	11,0
27.	16,1	13,2	14,2	12,3
máj. 6.	10,0	8,2	9,9	6,6

#### II. TÁBLÁZAT

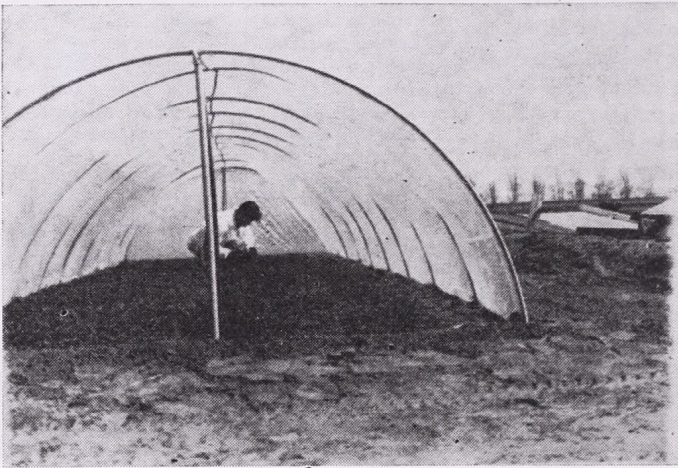
*Radiációs minimum a különbözőképpen takart melegágy egyes részeiben, szeles időben*

1962	Kétrétegű PVC fólia	Egyrétegű PVC fólia	Meleg-ágyra feszített PVC	Kontroll
ápr. 5.	13,0	9,5	9,7	10,7
7.	8,0	6,2	5,6	7,0
13.	12,6	10,6	10,4	12,4
14.	10,5	5,9	7,3	9,9
28.	10,2	8,1	5,1	9,1
29.	10,1	5,1	4,9	7,7

cios minimumok alacsonyabbak voltak, mint a súlyuk és merevségük miatt jobban záró ablaküvegek alatt. (II. táblázat).

Érdeemes megvizsgálni, hogy milyen különbségeket találunk a kecskeméti

volt magasabb, mint a meteorológiai állomáson. Ezek a különbségek borult és szeles időben kisebbek, derült és szélcsendes időben nagyobbak. Például április 30-án derült, szélcsendes időben az állomáson  $-1,6$  fok a kétrétegű PVC

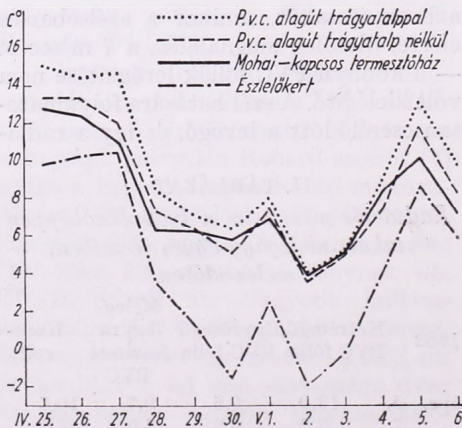


2. ábra: 0,2 mm vastag PVC fóliából készült alagút

meteorológiai állomás és az említett mérési helyek radiációs minimumai között. Április 4-től május 6-ig a radiációs minimumok közepe a kétrétegű PVC fólia alatt 7,6 fokkal, míg a kontroll és az egyrétegű PVC fóliák alatt 4,8 fokkal

fólia alatt 10,0 fok volt a minimum, a különbség közel 12 fok.

Méréseket végeztünk ezenkívül palántanevelő PVC alagutakban (2. ábra) és Mohai-kapcsos természetűházban is. A 3. ábrán az április 25-től, május 6-ig végzett vizsgálataink eredményét mutatjuk be. A pontozott és szaggatott görbe egy-egy műanyag alagút, a folytonos görbe a Mohai-kapcsos, a legelső pedig az észlelőkert radiációs minimum értékeit ábrázolja. Az egyik alagút talaja alatt tárgyalp volt (pontozott görbe), itt kaptuk a legmagasabb radiációs értékeket. Méréseink szerint a különböző mérőhelyek között lényeges különbséget nem találtunk. A műanyag alagutak tehát hasonló jó fagyvédelmet biztosítottak, mint a Mohai-kapcsos természetűház. A kérdés csupán az, hogy a műanyag alatt kialakuló rendkívül nagy páratartalom káros-e a növényzetre.



3. ábra: A PVC alagutak, a Mohai-kapcsos természetűház, valamint az észlelőkert radiációs minimumai 1962. ápr. 25-től, május 6-ig

A műanyag alagutak nagy hátránya, hogy felületük ki van téve a szélhatásoknak. A szél nyomása illetve szívóhatása

igen nagy lehet, a következő képlet alapján számíthatjuk ki:

$$p = 0,0625 v^2$$

ahol a  $v$  a szél sebessége (m/sec).

20 m/sec-os szél esetén a szél irányára merőleges  $1 \text{ m}^2$  felületre 25 kg nyomás nehezedik. (A vizsgált alagutak NW-SE irányúak). A műanyag alagutak szélnek kitett felülete megközelítőleg  $25 \text{ m}^2$  volt. Ilyen nagy felületen a fólia nem bírja ki a nyomást. Somos szerint [4] a maximális, szélnek ellenálló felület  $40 \times 40 \text{ cm}$ . A műanyag alagutakat a szél először április 7-én tépte fel és vitte el, másodszor május 14-én. Az előbbi esetben a legnagyobb szélhőkés a nap folyamán 20,6 m/sec WNW irányú, az alagút egyik oldalát sem érte merőlegesen. A második alkalommal a legnagyobb szélhőkés 26,3

m/sec SW irányból ami már 43 kg-ot jelent  $1 \text{ m}^2$  felületre.

A műanyagfólia alagutak létesítésénél tehát feltétlenül figyelembe kell venni a gyakran előforduló erős tavaszi szeleket. Megfelelő égtáji irányítással, szélárnyékosabb helyek megválasztásával, esetleg vastagabb fólia alkalmazásával ezek a károk elkerülhetők, illetve csökkenthetők

(A kézirat beérkezett: 1962. szept. 20-án.)

IRODALOM: [1] *Werminghausen, B.: Gewächshäuser aus Kunststoff* Gartenwelt, Hamburg, 1962. 62. kötet 1. sz. — [2] *Mylar-en plastic met nieuwe mogelijkheden de Tuinderij*, Doetinchen, 1961. XXI. évf. 12. sz. — [3] *Technik im Gartenbau*. Schweiz. Gärtnerztg., Zürich, 1961. 64. évf. 49. sz. — [4] *Somos András: Zöldségtermesztés I. kötet* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1961.

## Felhívás a Meteorológiai Társaság Tagjaihoz!

A Társaság fejlődése érdekében kérjük Tagjainkat, hogy tagdíjaikat pontosan egyenlítsék ki. A postautalványon történő befizetéseket a Társaság címére (Budapest V. Szabadság tér 17.), csekkfizetéseket pedig a Társaság tagdíjbefizetési számlájára (Magyar Meteorológiai Társaság tagdíjbefizetési számla Budapest, 61,764) kérjük.

A havi tagdíj összege rendes tagoknak 2,— forint, ifjúsági tagoknak 1,— forint.

Egyben felkérjük Tagjainkat arra is, hogy az IDŐJÁRÁS és a társasági meghívók zavar-talan szétküldése érdekében esetleges címváltozásukat Társaságunkkal idejekorán közöljék.

TITKÁRSÁG

**ACTA UNIVERSITATIS DEBRECENIENSIS de Ludovico Kossuth Nominatae. Series Geographica, Geologica et Meteorologica Tomus VIII. (Seriei I.) 1962. Debrecen. Szerk.: Kádár László és mások. 168 (B/5) oldal, 100 ábra. Tankönyvkiadó, Budapest 1962.**

A debreceni egyetem tudományos kiadványainak sorában szinte állandóan változó külső formában, de mindig igényes tartalommal az ACTÁ-k képviselik a legmagasabb szintet. A négy sorozatból (Acta Marxistica et Paedagogica, Acta Biologica, Acta Geographica, Acta Physica et Chimica) a meteorológus érdeklődésére elsősorban a címben megjelölt 1962. évi kötet tarthat s számot.

A benne közölt tanulmányok közül az „Erdausdehnung, Meeres- und Kontinententwicklung, Polwanderung und Klima” (Kádár Lászlótól), „A celdömölki Sághegy, vulkánja” (Kulcsár László és Guzyné Somogyi Arankától), az „Észak-Tiszántúl szántóföldi növénytermelésének földrajzi vizsgálata” (Papp Ántaltól) címűek több-kevesebb közvetlen kapcsolatot is mutatnak a meteorológiával, a „Georgi Maróthi Astrognosia” (Kádár Lászlótól) és a „Pápay József utazása, a cári Oroszországban és földrajzi érdemei” (Csinády Gerőtől) címűek pedig inkább a meteorológiai vizsgáldás terét felfelé, illetve lefelé elhatároló — tehát azzal mégis érintkező — két nagy kutatási szintér (a csillagvilág és a Föld-felszín) egy-egy tudománytörténeti kérdését vizsgálják.

Különös érdeklődéssel olvashatjuk az ACTÁ-k e kötetében Berényi Dénes — Justyák János: „Állományklíma vizsgálatok sárgadinnye-termesztési kísérletekben, kulisszanövényvel és kulisszanövény nélkül” című tanulmányát, amely beilleszkedve a Berényi által megkezdett (s többségében általa kidolgozott) hazai kultúrnövény-állomány klimatológiai sorozatba, ismerteti a sárgadinnye általános, a növénytermesztési szakirodalomból ismert, vagy megismerhető éghajlati igényeit, akklimatizációs tulajdonságait, éghajlattól függő terméseredmény-változásait Egyben azonban azt is megállapítják a szerzők, hogy a dinnyefélékre vonatkozó állományklímával foglalkozó tanulmány hiányzik hazai szakirodalmunkból, pedig e gyümölcsnek a közellátásban, konzervgyártásban és az exportban betöltött jelentős szerepe szükségessé teszi ilyen tárgyú vizsgáldás végzését.

Ezt a hiányt részben pótolandó a szerzők egy illatos sárgadinnye-fajtával (Cucumis melo var. muscatello L.) 1953- és 1954-ben végzett állományklíma mérések adatait, eredményeit közlik és ismertetik legfontosabb következtetéseiket. A tanulmány 4 táblázat, 14 ábra segítségével mutatja be a kísérlet adatait, amelyeket  $2 \times 15$ ,  $1,5 \times 1,5$ ,  $2 \times 1$  és  $1,5 \times 1$  m-es, kulisszanövényként kukoricával, ill. mákkal betelepített táblákon a hőmérsékletre, csapadékra, napfénytartamra és fenológiai dátumokra, fenometriai mértékszámokra nézve gyűjtöttek. Részletesen elemzik az állományban végbemenő fölmelegedési, lehülési folyamatok napi menetét, a talajhőmérsékletet és ezekkel összefüggésben a sugárzásviszonyok által megszabott vízháztartás-alakulást, amely végeredményben a termés mennyiségében jut kifejezésre.

Eszerint a vizsgált parcella-nagyság esetén a sárgadinnye terméseredményeit a kulisszanövény károsan befolyásolja, mert megakadályozza a kieserlődést és a sugárzás egyenletes eloszlását — amint ezt a szerzők megállapítják. A természetesökkenés szélső esetben a 60%-ot is meghaladta. A kukorica nagyobb természetesökkenést idézett elő, mint a mák. A kulisszanövény a talajt is kiszáritotta. A kísérlet során nyert tapasztalatok alapján a szerzők azt javasolják, hogy kulisszanövényként legfeljebb 40–50 cm-re növé csekély gyökerű növényt célszerű alkalmazni köztes növényként WSW—ENE irányú parcellán, NNW-SSE irányú sorokban. Ezek a gyakorlatban is alkalmazható megállapítások képezik a tanulmány eredményét.

A tanulmány vitathatatlan értékei megengedik, sőt megkövetelik, hogy néhány hiányos ságot, hibát is megemlítsünk. A fenológiai megfigyeléseknek a sárgadinnye — és minden hasonló növény — esetén a növénymagasság helyett a növény tömegére (esetleg vegetatív és generatív szervek szerint szétválasztva) kellene kiterjednie. Hiányoljuk (a szerzőkkel egyetértésben) a szél- és fényméréseket. Hasonló kísérleteknél a szélviszonyok alakulásának ismerete szinte nélkülözhetetlen. Szerkesztői hiba, hogy a 3. és 5. ábrák felcserélésére következében a szöveg nem is annyira érthetlenné, mint inkább — s ez a nagyobb baj — félreérthetővé válik.

Kéri Menyhért

WALLINGTON, C. E.: **Meteorology for Glider Pilots** (*Meteorológia vitorlázó repülők számára*). 284 (14×22 cm) oldal, számos képpel, ábrával, táblázattal. John Murray Ltd. kiadása, London, 1961.

Ákár meteorológusként, akár vitorlázórepülőként olvassuk át Wallington könyvét, azt a ritkán érzett jóleső érzést kelti bennünk, hogy az alkalmazott meteorológia irodalmát valóban gazdagító munka látott benne napvilágot. Annak ellenére, hogy elsősorban az angol viszonyok határozták meg összeállításának szempontjait — ez különösen a brizzel foglalkozó 11. és a tephigrammot ismertető 12. fejezetből tükröződik — metodikája és tartalma a szigetország határain túl is kiemelkedő helyet biztosít számára.

A könyv tárgyi felépítése kissé szokatlan ugyan, de logikus és minden ízében modern. A légnyomás és a szél, továbbá kapcsolatuknak leírásával kezdi a légkör ismertetését és már itt szembetűnik tárgyalási módjának két sajátossága:

szerezésesen méretezi a mélyreható alapossággal ismertetett alapfogalmak és a megvilágításukhoz szükséges segédeszközök leírását;

minden fogalmat, így a korán bevezetett légnyomás térkép, geosztrófikus szél, trajektória és légtömegszállítás fogalmát is, gyakorlatból vett, dátumokhoz kapcsolt példákkal világít meg, jelentősen növelve ezzel ismertetéseinek pedagógiai hitelét.

A további kilenc fejezetben a légkör fizikai tulajdonságaira, a légnedvesség kicsapódási alakjaira, a frontokra, futóáramra, ciklonra, anticiklonra, az időjárás térképes ábrázolására, végül a kis magasságú, helyi jellegű szelekre vonatkozó ismereteket foglalja össze. Ez a rész bármely magas színvonalú ismeretterjesztő munkában is közölhető lenne, annyira nem speciálisan csak repülőmeteorológiai jellegű. A fent kiemelt két fejezet után azonban egy-egy fejezet foglalkozik a termikrepülésekre vonatkozó lehetőségek számbavételével, a lee-hullámokkal, a hullámvitorlázással és a magasságmérővel (!), majd az utolsó kettő az ugyancsak általános jellegű frontismeret kiegészítéssel és az angliai időjárás tájékozódás szervezeti lehetőségeivel.

A húsz fejezetre osztott anyagot képek, táblázatok, gazdag irodalomjegyzék és tárgymutató egészíti ki.

A könyvet értékesnek tartjuk. Azonban minden szakmai, didaktikai, logikai és alaki szépsége mellett sem rejthetjük el azt a benyomásunkat, hogy sokkal inkább volt inspirálója a meteorológia ismerete, mint a vitorlázórepülésé. Minden fejezete végén szinte kíváncsított a repülés praxisból származó utalások említése, a legtöbb vitorlázórepülő előtt még ma is rejtett, pusztán a gyakorlat számára jelentős körülmény felvetése. Ezek közül itt csak a termikek több-kevesebb, de létező szabályosságát mutató sorára utalunk.

Természetesen ez nem von le a könyv értékeiből, de úgy véljük, az említett hiányérzet megszüntetésével — amit bizonyára nem egy olvasója érzett vagy érez — még értékesebbé válna.

Tardos Béla

КАЛИНОВСКИЙ, А. Б. — ПИНУС, Н. З.: **Аэрология, Часть I Методы аэрологических измерений**. Гидрометеорологическое Издательство, Ленинград 1961. (*Aerológia, I. rész. Aerológiai mérések módszerei*. Hidrometeorológiai Kiadó, Leningrád, 1961.) 518 (14×22 cm) oldal, 246. ábra, 39 táblázat. Ára 1,23 rubel.

Az aerológia a meteorológiának egyik legszerteágazóbb területe, mely a magassági szél egyszerű pilotteodolitos mérésétől a felhőfizikai kutatásokon keresztül egészen a legmagasabb légrétegek rakétás vizsgálatáig számos problémakört ölel fel. Valószínűleg éppen ezért találkozhatunk a szakirodalomban oly ritkán összefoglaló jellegű aerológiai kézikönyvvel. Ezt a hiányt kívánna pótolni Kalinovszkij és Pinusz 1951-ben megjelent Aerológia című könyve, mely kis példányszáma miatt igen hamar elfogyott és hozzáférhetlenné vált. Az aerológiai hálózat fejlődése s az ezzel együttjáró fokozott aerológusképzés szükségessé tette egy új összefoglaló aerológiai tankönyv kiadását.

Kalinovszkij és Pinusz új, 1961-ben megjelent „Aerológia”-ja az aerológiai oktatás minden kívánalmának megfelel. Egyszerű nyelvezete, világos magyarázatai könnyen érthetővé teszik. Az elméleti és gyakorlati rész helyes arányai híven tükrözik azt a tényt, hogy az aerológia első-

sorban gyakorlati tudományág. Ezen túlmenően nemcsak a tanulóknak, hanem a gyakorló aerológus számára is igen értékes segítséget nyújt az aerológia legkülönbözőbb területein.

A könyv bevezetésre és kilenc fejezetre tagolódik, melyek közül az I, II, III és V fejezet Kalinovszkij, a többi Pinusz munkája.

A bevezetésben a szerző igen érdekes áttekintést nyújt az aerológia történetéről és fejlődéséről a Szovjetunióban.

Az első fejezet az előző kiadással teljesen megegyezően a pilotléggömbös szélmérés elméletét, módszereit, műszereit tárgyalja, valamint a szélmérés hibáit. Tekintettel arra, hogy a pilotléggömbös szélmérés jelenleg is a legelterjedtebb módja a magassági szél meghatározásának, a szerző igen részletesen foglalkozik a pilotmérés valamennyi kérdésével.

A második fejezet a légnyomás-, hőmérséklet- és nedvességmérésnek az aerológiában használatos módszereivel foglalkozik. Mivel e mérőelemek korántsem tökéletesek, a szerző sok megoldásra váró problémát vet fel.

A III. fejezet az alsóbb légrétegek különböző típusú aeroszátókkal való tanulmányozásának problémakörét öleli fel, különös tekintettel a kötött aeroszátókra és az alkalmazott műszerekre.

Főként gyakorlati szempontból igen jelentős a könyv IV. fejezete, mely a légkör repülőgép segítségével történő szondázásának részletes tárgyalását tartalmazza.

Az V. fejezet 62 oldalon keresztül tárgyalja a függőleges légállapotmérés másik alapvető módszerét, a rádiószondázást. Hat különböző rádiószondatípus részletes leírását találjuk itt, ábrákkal illusztrálva.

A VI. fejezet az aerológiai kutatásoknál használt rádiólokációs mérőműszereket tartalmazza. Első részében a rádiószélmérés elvének, az alkalmazott rádiólokátorok elektromos berendezésének leírását találjuk, a második rész a legkorszerűbb rádiólokációs felhőfizikai kutatásokat ismerteti.

A VII. fejezet a felhőfizikai kutatások aerológiai módszereivel foglalkozik, röviden érintve a felhőfizika csaknem minden problémáját.

Az aerológiai kutatások egyik legbonyolultabb területét, a szabadlégkör függőleges mozgásainak, turbulenciájának kérdését ismerteti a VIII. fejezet, különös tekintettel a mérési problémákra.

A könyvnek talán legérdekesebb része a IX. fejezet, melyben az aerológiai kutatások legújabb módszeréről, a magaslégkör rakétával történő kutatásáról nyújt részletes ismertetést a szerző 60 oldalon keresztül.

Nagymértékben növelik a könyv értékét a jól áttekinthető, szemléletes ábrák, valamint a részletes bibliográfia.

*Mészárosné Nagy Ágnes*

## GRAICS ÁGNES (1933–1963)

1963. június 12-én súlyos szívbetegség következtében meghalt *Graics Ágnes*, az Orsz. Meteorológiai Intézet tudományos munkatársa. Elhunytával a magyar meteorológiai tudomány, főként ennek távelőrejelzési ága, sokat ígérő fiatal kutatóját veszítette el.

*Graics Ágnes* 1933. július 16-án született Budapesten. Ugyanitt végezte középiskolai és egyetemi tanulmányait is. 1956 szeptemberében lépett az Orsz. Meteorológiai Intézet kötelékébe, s 1957 januárjától korai haláláig a távelőrejelző osztályon dolgozott. Igen nagy szorgalommal és tudásvágygal fogott hozzá, hogy egyetemi meteorológiai tanulmányait a távprognosztika terén továbbfejlessze és egyben az ehhez szükséges nyelvismereteket is megszeresse, elmélyítse. 1961-ben már angol nyelvi főiskolai oklevelet is szerzett. Így azután módjában állott, hogy az angol nyelvű távprognosztikai szakirodalmat szinte hiány nélkül figyelemmel kísérhesse.

Kutatómunkája főként az időjárás-i periódusok, ritmicitások vizsgálatára irányult. Ennek keretében tanulmányoznia kellett a Naptevékenység, ill. a Hold időjárás-i hatásával összefüggésbe hozott periódusokat is. E vizsgálatokat nagy buzgalommal és önálló gondolatok fölvetésével végezte. Kutató-munkásságának 4 éve alatt 11 tanulmányt írt, közülük 6 az *Időjárás*-ban, 5 pedig az Orsz. Meteorológiai Intézetnek az egyes években végzett tudományos kutatásokról beszámoló hivatalos kiadványaiban jelent meg. E tanulmányok közül 4 az időjárás-i periódusokkal, 2 pedig az éghajlat-ingadozással foglalkozott. Nagy szorgalommal dolgozta fel Budapest 10 évi frontgyakorlását, de foglalkozott a balatoni szélviharok statisztikai jellegű vizsgálatával is. Legutóbb a kb. 2 éves periódus kérdése foglalkoztatta; remény volt rá, hogy e legfontosabb időjárás-i periódus megismerése terén komoly lépéssel viheti előbbre ismeretünket. E reményünk *Graics Ágnes* korai halálával nem válhatott valóra, pedig az ő lényében megvolt minden tulajdonság, ami az eredményes

kutatómunkához szükséges. Személyében igen jó munkatársunkat veszítettük el, aki súlyos betegsége ellenére is munkáját mindig jó kedvvel, vidáman végezte.

Hamvasztás előtti búcsúztatása 1963. június 18-án volt a budapesti Farkasréti-temetőben. Ravatalánál munkatársai s egyetemi évfolyamtársai nevében *Dunay Sándor*, az Orsz. Meteorológiai Intézet tud. munkatársa, a Magyar Meteorológiai Társaság nevében pedig *Hille Alfréd*, a Társaság elnöke vett búcsút *Graics Ágnestől*, akinek emlékét a folyóiratunkban megjelent értékes tanulmányai mellett munkatársainak kegyelele örzi. (B. Z.)

✱

## AZ I. MAGYAR ORVOSMETEOROLÓGIAI KONFERENCIA (1963 MÁJUS 16–17)

A Magyar Meteorológiai Társaság Orvosmeteorológiai szakosztályának kezdeményezésére a MMT és a TIT közös rendezésében tartották az I. magyar orvosmeteorológiai konferenciát 1963 május 16–17-én a Kossuth Klubban. A konferencián orvosok, meteorológusok és a rokon tudományok számos képviselője vett részt.

A konferenciát *Schulhof Ödön*, az Orsz. Balneológiai Kutató Intézet igazgatója, a Meteorológiai Társaság Orvosmeteorológiai szakosztályának elnöke nyitotta meg. Bevezetőjében az orvosmeteorológia történetéről és hazai fejlődéséről adott áttekintést. Hangoztatta, hogy bár ez még csak az első konferencia, az orvosmeteorológiai kutatás hazánkban több évtizedes múltra tekinthet vissza. A II. világháború előtt az orvosmeteorológiai kutatások eredményei csak egyes személyek nevéhez fűződtek, az utóbbi másfél évtizedben azonban az orvosmeteorológiai kutatás intézményessé vált. 12 évvel ezelőtt rendezték az első orvosmeteorológiai tanfolyamot (5 évvel később a másodikot), melynek célja a népszerűsítés, kutatótársak szerzése volt. Most már egész sor intézmény foglalkozik orvosmeteorológiai kutatásokkal és eredményeit az egészségügy

és a mindennapi élet számos területén alkalmazhatóak.

A megnyitó után *Aujesky* László az orvosteorológiai prognózis szinoptikus alapjairól tartott előadást. Részletesen foglalkozott az időjárási frontokkal, gyakran sajátos megnyilvánulásukkal hazánk területén (veszteglő, ingázó frontok). A frontátvonulás magasabbfokú környezetváltozást jelent és élettani hatásokat vált ki az előzővel többé-kevésbé ellentétes tulajdonságú levegőfajta uralomra jutása és a választó felületen lejátszódó jelenségek révén. Az orvosteorológiai prognózis részére a meteorológus megadja a közeledő frontok intenzitását, érkezésének várható időpontját és a front fajtáját; ezeket az adatokat a nagyközönség részére kiadott időjáráselőjelzés csak mintegy burkolt formában, az időjárásváltozások jelenségeinek feltüntetésével tartalmazza. Az orvosteorológus a front- és légtömeg-analízis, napfizikai és földmágnességi adatok alapján készíti el külön prognóziát, szem előtt tartva az említett tényezők meteoropathológiai következményeit.

*Kérdő* István „Az orvosteorológiai gyakorlati alkalmazásának lehetőségei a klinikumban” című előadásában az időjárás élettani és kórélettani hatásait foglalta össze. Hangsúlyozta, hogy különböző alkatú egyének eltérő időjárási érzékenységét a gyógyszerelésnél feltétlenül figyelembe kell venni. Az orvosteorológiai prognózis alapján alkalmazott megelőző gyógyszeres kezeléssel sok betegséggel együtt járó fokozott időjárási érzékenység lényegesen csökkenthető, a beteg gyorsabban gyógyul.

Különböző gyógyszerek és élvezeti cikkek fogyasztásának meteoropszichológiai hatásait ismertette előadásában *Horváth* László Gábor. Ismertette alacsony dózisokat adagoló kísérleteit, amely terhelés az időjárási hatásokat még nem nyomta el. Így jobban kitűnt az egyének időjárás-érzékenysége. Négy típus (érzékeny, meleg- ill. hidegfront-érzékeny, általános érzékeny) és két altípust (gátlásos, ingerlékeny) különböztetett meg. Vizsgálatainak eredményeit számos grafikonnal tette szemléletessé.

A munkahelyek bioklimájával foglalkozott *Páter* János egyet. tanár előadása. Több, mint 50 üzemegységben végzett méréseinek eredményeit ismertette, külön foglalkozott a hőterheléses üzemekkel és a nyirkos, huzatos munkahelyekkel, ahonnan a reumára hajlamos dolgozókat át kell helyezni. Hangsúlyozta a légkondicionálás és a levegő tisztaságának fontosságát a dolgozók egészségének védelmében. Javasolta az üzemorvosok és üzemérmények orvosteorológiai továbbképzését, mely sokat segítené a munkaerőmegtartás, a regeneráció és a termelés szempontjából is.

*Takácsy* László előadása a meteorológiai tényezők szerepét vizsgálta az igazságügyi orvosi gyakorlatban. Vizsgálatainak jó része

a hirtelen halálesetek elbírálására terjedt ki, és itt jó kapcsolatot talált az időjárási tényezőkkel: elsősorban szívbetegéknél tapasztalta a halálok halmozódását frontok, erős pozitív ionizáció és földmágneses zavarok idején. A műtőasztalon beálló halál is gyakran elkerülhető a műtét idejének az orvosteorológiai prognózis alapján történő megválasztása, vagy gyógyszeres áthangolás révén. A villámcsapások okozta halálesetek szoros kapcsolatban vannak a kriminalisztikával, ugyanis tünetei gyakran oly mértékben hasonlítanak lött vagy szúrt sebekhez, nyakon érve pedig a fojtogatás tüneteihez, hogy azokat csak nagy gyakorlattal rendelkező orvos tudja megkülönböztetni. Az öngyilkosságok és az időjárás-változások között szoros kapcsolatot nem talált.

A napfizikai hatások orvosteorológiai jelentőségéről *Örményi* Imre tartott előadást. Összefoglalta a Nap szerkezetére és képződésére vonatkozó ismereteket, valamint a külföldi és hazai heliobiológiai kutatások eredményeit. Megállapításai szerint az orvosteorológiai prognózis készítésekor feltétlenül figyelembe kell venni a napfizikai hatásokat. Kimutatta 178 szemészeti hályogműtét utáni bevérzés szoros kapcsolatát a földmágnességi zavarokkal, a napfolttevékenységgel és az erupciók hatékonyságára jellemző — „F” számokkal.

A konferencia első napja a *Frontbetörés* című tudományos ismeretterjesztő film bemutatásával ért véget.

A konferencia második napját *Kérdő* Istvánnak a bioklimatológiai aktuális kérdéseit tárgyaló bevezető előadása nyitotta meg. Ismertette a gyógy- és üdülőhelyek bioklíma-tényezőit és hangsúlyozta, hogy a bioklimatológiai méréseket az év minden szakára ki kell tervezni, mert egyes helyek egyes évszakokban kimélő, máskor ingerklímaként hatnak.

*Popovicsné* *Gubola* Mária előadásában a gyógy- és üdülőhelyek bioklimájának jellemzésére alkalmas fülledtség és számított érzet-hőmérséklet-értékek több évtizedes adatsorra támaszkodó részletes vizsgálatainak eredményeit ismertette. A hőérzetet a Linke-féle képlet alapján adta meg, amelyet később az ekvivalens hőmérséklettel korrigált.

*Antal* Emánuel a gyógy- és üdülőhelyek éghajlatának vizsgálatára szolgáló terepklimatológiai módszereket ismertette előadásában. Hangsúlyozta a folyamatos mérések és a mérési módszerek egységességének fontosságát. Közös mérő-csoport szervezését javasolta a meglévő és létesítendő gyógy- és üdülőhelyek bioklimatológiai felmérésére.

A délutáni ülésen *Predmerszky* Tibor a légköri radioaktív szennyeződés egészségügyi problémáiról tartott előadást. Részletesebben foglalkozott a szennyeződések forrásaival, terjedésével, az emberi szervezet veszélyeztetettségének módjaival és a károsodás nélkül megengedhető

maximális dózis értékével. Ismertette a sugárzásellenőrzés módszereit és a légkör radioaktív szennyezettségére vonatkozó hazai vizsgálatokat.

Utolsó előadásként *Ried* József egy új ág, a sportmeteorológia időszerű kérdéseit ismertette. Foglalkozott a külföldi szereplések esetén fontos akklimatizáció és az ahhoz igazodó edzőtábor kérdéseivel, fedett sportpályák mikroklímájával. *Örményi* Imrével közösen végzett sportmeteorológiai mérései kimutatták a különböző frontérzékenységű sportolók teljesítményének függését az időjárástól.

A konferencia elnöke zárszavaiban összefoglalta a két nap eredményeit; megállapította, hogy a lelkes kutatógárda a lehetőségekhez képest igen szép eredményeket ért el. A kutatók táborának további szélesedése és több támogatás esetén az orvosteorológiai kutatás még fokozottabban szolgálja a gyógyítás és a gyakorlati élet számos területét.

A konferencia egyes előadásait értékes hozzászólások és viták követték. Az előadások és hozzászólások teljes terjedelemben ez év végéig könyv alakban kiadásra kerülnek. (*G. L.*)

✱

#### A METEOROLÓGIAI VILÁGSZERVEZET IV. KONGRESSZUSA

Ahhoz, hogy a Meteorológiai Világszervezet IV. kongresszusának munkáját és a kongresszuson hozott határozatokat megfelelően értékelhessük, célszerű előbb egy pillantást vetnünk a Világszervezet megalakulásának körülményeire, szervezeti felépítésére és eddigi tevékenységére.

A Meteorológiai Világszervezet létrehozását az 1878-ban megalakított Nemzetközi Meteorológiai Szervezetben részt vett meteorológiai szolgálatok igazgatóinak 1947-es washingtoni konferenciáján határozták el. Az új szervezet, melynek tagjai nem az egyes meteorológiai szolgálatok, hanem az egyes államok lettek, s mint ilyen, ún. kormányközi szervezet, 1951-ben az ENSZ szakosított szervezetévé vált. Munkájának eddigi eredményei azt bizonyítják, hogy így — az ENSZ támogatásával — az új szervezet elődjénél sokkal hatékonyabban tudja megvalósítani célját: a meteorológiai tudomány fejlesztésének és az emberi tevékenység különböző területein való felhasználásának előmozdítását.

A Világszervezet munkáját a következő szervek végzik:

a) A *Meteorológiai Világkongresszus*, a legfelsőbb szerv, amely négyévenként legalább egyszer megtartandó ülésein meghatározza a szervezet politikáját, megjelöli az abból származó feladatokat, és jóváhagyja a következő négy évre szóló költségvetést,

b) a *Végrehajtó Bizottság*, amely évenként legalább egy ülést tart, s amelynek fő feladata,

hogy gondoskoddjék a kongresszus határozatainak végrehajtásáról.

c) hat *Területi Bizottság*, amelyeknek az a feladata, hogy a megfelelő terület sajátos viszonyait figyelembe véve oldják meg a Végrehajtó Bizottság által rájuk bízott feladatokat, és hogy összehangolják az illető földrészen folyó meteorológiai tevékenységet,

d) a *Szakmai Bizottságok*, amelyek a meteorológia különféle gyakorlati felhasználásait szervezik; végül

e) a *Titkárság*, amely a szervezet rendkívül széleskörű adminisztrációs munkáját végzi.

A legutóbbi tíz év folyamán a meteorológiában a technikai és tudományos téren végbement gyors fejlődéshez döntő mértékben járult hozzá az a szoros együttműködés, amelynek a Világszervezet volt a fő szervezője. Fölbecsülhetetlen értékű segítséget nyújtott a Világszervezet a tudományos kutatómunkát végző meteorológusoknak a Nemzetközi Geofizikai És és a Nemzetközi Geofizikai Együttműködés keretében végzett meteorológiai megfigyelések adatainak feldolgozásával és publikálásával. Nagy mértékben elősegítik a meteorológiai operatív és kutatómunkát a Világszervezet egyéb kiadványai is. A szászoruló államoknak az ENSZ technikai segélynyújtási programja révén komoly anyagi segítséget is nyújt a Világszervezet ahhoz, hogy létrehozzák és fejlesszék meteorológiai szolgálataikat.

A Meteorológiai Világszervezet előtt álló legfontosabb feladatok megvitatásával foglalkozott a IV. kongresszus, amely 1963. április 1-től 27-ig tartotta üléseit Genfben, a Nemzetek Palotájában. A kongresszuson több mint 100 országból 250 küldött vett részt. A Magyar Népköztársaságot *Dési* Frigyes, az Országos Meteorológiai Intézet igazgatójának vezetésével négytagú küldöttség (*Békeffy* Józsefné, *Kleszky* István, *Tölgyesi* István) képviselte. A munka az előző kongresszusokon jól bevált módszer szerint három bizottságban: az *általános és jogi*, az *adminisztratív és pénzügyi*, valamint a *szakmai kérdésekkel* foglalkozó bizottságban folyt. A szokásos munkarendnek megfelelően először a bizottságokban tárgyalták meg a kérdéseket, majd a bizottságok által szerkesztett határozati javaslatokat a plenáris ülés elé terjesztették jóváhagyás végett.

A kongresszuson megvitatott kérdések és határozatok sorából itt természetesen csak a legfontosabbakat és a nagyobb jelentőségűeket emeljük ki.

A kongresszus megelégedéssel és elismeréssel fogadta azokat az eredményeket, amelyeket a *mesterséges holdaknak* meteorológiai célokra történő felhasználása terén a legutóbbi években elérték. Hangsúlyozta azonban, hogy a légkört oszthatatlan egésznek kell tekintenünk, s hogy a mesterséges holdak adatait akkor tudjuk optimálisan felhasználni, ha az alapvető időjárási adatok is megfelelő mennyiségben rendelkezésre állnak. Ezért egy olyan *komplex*

*Meteorológiai megfigyelési és távközlési hálózatot* kell kifejleszteni, amely biztosítja, hogy minden ország meteorológiai szolgálatá megkapjon minden olyan meteorológiai megfigyelési adatot, amelyet a saját számára szükségesnek tart, s hogy ugyanakkor minden érdekelt szolgálat számára elérhető legyenek az egyes nagyobb központokban készített analízisek és prognózisok is. Ennek a célnak az elérése érdekében a kongresszus több igen fontos határozatot hozott:

1. Kimondta, hogy létre kell hozni egy *tanácsadó bizottságot*, amelynek fő feladata lesz, hogy a meteorológiai kutatással, különösen pedig a meteorológiai mesterséges holdak felhasználásával összefüggő kutatással kapcsolatos kérdésekben tájékoztassa a Végrehajtó Bizottságot, és tanácsokkal lássa el a megfelelő gyakorlati intézkedések megtétele érdekében.

2. Megbízta a Végrehajtó Bizottságot, hogy a tanácsadó bizottság segítségével készítsen tervet a fent említett hálózat létrehozására.

3. Elhatározta, hogy ennek a munkának az elvégzésére a Titkárságon belül egy a Végrehajtó Bizottságnak alárendelt *tervező csoportot* kell alakítani.

Ahhoz azonban, hogy a távolabbi jövőben egy átfogó meteorológiai hálózat kiépülhessen, első lépésként meg kell szüntetni a jelenlegi észlelő- és távközlési hálózatban még mindig meglévő hiányokat, amelyek leginkább a déli félgömbön érezhetők. Erre a célra a kongresszus a rendes költségvetésen felül másfél millió dollár összegű „*új alap*” létesítését szavazta meg.

Nagy figyelmet szentelt a kongresszus a *meteorológiai kutatás* kérdéseinek is. Általános elvként kimondta, hogy a Világszervezetnek hathatósan támogatnia kell a meteorológiai kutatást. Felhívta minden ország meteorológiai szolgálatát, hogy folytasson rendszeres, széleskörű kutatómunkát. Ajánlotta, hogy az egyes országok közös erőfeszítéssel létesítsenek nemzetközi meteorológiai kutatóintézeteket. Megelégedéssel állapíthatta meg a magyar küldöttség, hogy a magyar meteorológiai szolgálat keretében a kongresszus által most szorgalmazott kutatómunka szükségességét régóta felismerő szervezet minden feltételt megteremtett a komoly kutatás számára. Említésre méltó az is, hogy a népi demokratikus államok már korábban tervbe vették a meteorológiai szolgálataik keretében folyó kutató munkák összehangolását.

A kongresszus ismétlenül felhívta a figyelmet a megfelelő színvonalú *meteorológusképzés* fontosságára. Különösen a nemrég függetlenné vált országokban van égető szükség komoly képzettségű meteorológusokra. A Világszervezet a technikai együttműködés programja keretében segíti a rászoruló államokat a meteorológusképzés problémáinak megoldásában.

Részletesen foglalkozott a kongresszus a *Nyugodt Nap Éve meteorológiai programjával*.

Teljes egészében magáévá tette a Nemzetközi Geofizikai Bizottság idei márciusi római közgyűlésén ajánlott meteorológiai programot, s felhívta a Világszervezet tagállamait, hogy a lehető legnagyobb mértékben járuljanak hozzá ennek a programnak a sikeres végrehajtásához.

A meteorológia fejlesztésében igen fontos szerepe van a Világszervezet *technikai segélynyújtási* tevékenységének, amelyet az Egyesült Nemzetek technikai együttműködési programja keretében valósít meg. Az ezzel kapcsolatos adminisztrációs munkát eddig az Egyesült Nemzetek Szervezete végezte, minthogy azonban a Meteorológiai Világszervezet technikai segélynyújtási programja egyre bővül, célszerűnek látszik, hogy 1964-től kezdve a Világszervezet vegye át az ezzel kapcsolatos adminisztratív teendőik intézését is. Nyilvánvaló, hogy a munka ilyen szervezésével lényegesen meggyorsul majd a technikai segélynyújtás ügyintézése.

A kongresszus tudatában volt annak, hogy a Világszervezet előtt álló hatalmas feladatok megoldásához megfelelő anyagi alapra van szükség, s olyan költségvetést hagyott jóvá, amely lehetővé teszi a szervezet tevékenységének nagymérvű fokozását. Érdeemes megnézni, hogyan alakult a Világszervezet költségvetés kerete 1952 óta a négyéves költségvetési időszakokban:

1952—55:	1 273 000 dollár
1956—59:	1 700 000 dollár
1960—63:	2 694 484 dollár
1964—67:	5 623 581 + 1 500 000 dollár

A rendes költségkereten kívüli másfél millió dollár rendeltetésére már utaltunk, egyébként a közölt számadatokhoz aligha szükséges bővebb kommentár: magukban véve is szemléltetően mutatják a Világszervezet tevékenységének egyre fokozottabb ütemű növekedését.

A kongresszus utolsó napjaiban került sor a Világszervezet új vezetőinek megválasztására. Az elnöki széket a francia *A. Viaut* után *A. Nyberg*, a Svéd Meteorológiai és Hidrológiai Intézet igazgatója foglalta el, a két alelnök pedig a spanyol *L. de Azcárraga* és *E. K. Fjodorov*, a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának igazgatója lett. A főtisztviselést már 8 éve kiválóan ellátó *D. A. Davies* szerződését a kongresszus a következő 4 évre ismét meghosszabbította. Figyelembe véve, hogy a Világszervezet feladatai jelentősen bővültek, a kongresszus úgy határozott, hogy a Végrehajtó Bizottság tagjainak számát 18-ról 21-re kell emelni. *A. Viaut*-t és *F. W. Reichelderfert*-et, akik korábban a Világszervezet elnökei voltak, szavazás nélkül választották a Végrehajtó Bizottság tagjaivá.

A IV. Meteorológiai Világkongresszusra visszatekintve már most megállapíthatjuk, hogy ez a kongresszus új korszakot nyitott meg a Meteorológiai Világszervezet történetében. A Világszervezet eddigi eredményes

munkája láttán bízhatunk abban, hogy a jövőben ráháruló megnövekedett feladatokat is sikerrel oldja majd meg.

(T. I.)

✱

## A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG

1963 május 30-án a Technika Házában előadó ülést tartott. *Dobosiné Koltai Margit* tanár „A hórétge hatása a levegő hőmérsékletére” című előadásában ismertette a hórétge fizikai sajátosságait, energiamérlegét, hatását a talajközeli légréteg hőmérsékletére, majd a hórétge hatását taglalta a légkör hőmérséklet napi szélsőértékeire, ingására, végezetül a minimumok és a harmatpont kapcsolatára mutatott rá. A számos ábrával illusztrált, igen figyelemre méltó előadást élénk vita követte, melyben *Takács Lajos, Péczely György, Hajósy Ferenc, Dobosi Zoltán* és *Adámy László* vett részt. A hozzászólók főképp az előadás azon értékes megállapításait hangsúlyozták, melyek az időjárás előrejelzésében is felhasználhatók.

Az ülés az elnöklő Hille Alféd zárószavaival fejeződött be. (P. G. I.)

✱

## AZ USA NEMZETI METEOROLÓGIAI KÖZPONTJÁRÓL

Az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Meteorológiai Központjának hosszútávú előrejelző részlegében és az egyesített numerikus előrejelző egységében folyó munkát előző számunkban ismertettük. Ezúttal az ún. nemzeti időjárási centrum ténykedéséről téjékoztatjuk olvasóinkat.

A nemzeti időjárás-analízis centrum (NAWAC) öt részlegről áll: 1. híradó, 2. adatfeldolgozási és raktározási, 3. időjárási térkép-analízáló, 4. rövidtávú előrejelzési, 5. magasági előrejelzési részlegről.

A NAWAC híradó részlegébe — amely több mint 20 géptávíróval rendelkezik —, minden 24 órában kb. 30 000 meteorológiai és aerológiai távirat érkezik az Északi-féltékről. Naponta elkészítik és kisugározzák a nemzeti meteorológiai fakszimile hálózaton keresztül a helyi prognosztikai szerveknek az időjárási térképek százait, valamennyi számottevő talajmenti megfigyelést, a 850, 700, 500, 300, 200 és 100 mb-os izobárfelületek analízisét, előrejelzési térképeket 18, 30 és 42 óras időtartamra, a felhőzet és csapadék előrejelzését 18 és 30 órai időtartamra és más jellegű operatív anyagokat.

A rövidtávú előrejelző részleg munkáját a numerikus előrejelzési részleggel való legtökéletesebb együttműködés jellemzi. Ha összehasonlítjuk Anglia, Svédország, Franciaország és az Egyesült Államok prognózis-szolgálatát,

megállapítható, hogy — bár az angol, svéd és francia meteorológiai szolgálat is rendelkezik nagysebességű elektronikus számológéppel és a numerikus előrejelzés elég magas szinten áll —, az előrejelzések készítése során a gépi előrejelzés eredményeit nem veszik eléggé következetesen és rendszeresen figyelembe. Az USA Weather Bureaujában a két részleg munkája összefonódik, és mind a numerikus előrejelzés, mind a konvencionális előrejelzés eredményeit következetesen és rendszeresen felhasználják a kiadott prognózisokban. Azokon a területeken, ahol a szinoptikus gyakorlat egyedül nem tudja megoldani a problémát, a numerikus előrejelzés rendkívül nagy segítséget nyújt, azokon a területeken pedig, amelyekre a számszerű előrejelzés még nem terjed ki, a szinoptikus gyakorlat és fizikus gondolkodás siet a kérdés tisztázására.

A nagysebességű elektronikus számológépekkel végrehajtott dinamikai előrejelzések megjelenése előtt a Weather Bureauban az előrejelzési eljárásokat a következők jellemezték: 1. A prognózisok elsősorban szubjektívek voltak, 2. a legnagyobb súlyt a talaj-prognózisokra fektették, 3. az előrejelzések beválása főleg az előrejelző szinoptikus gyakorlatától függött.

A numerikus előrejelzések megjelenése változást hozott mind a szinoptikusok gondolkodásmódjában, mind az előrejelzési eljárásokban. A JNWPU megalapítása utáni években (1954-től 1958-ig) a dinamikai előrejelzések viszonylag kis hatást gyakoroltak a rövidtávú előrejelzési részleg munkájára. 1958-ban azonban két fontos esemény történt. Az első az automatikus adatfeldolgozás bevezetése volt. Az automatikus adatfeldolgozási program lehetővé tette az előrejelzési terület kiterjesztését majdnem az egész félgömbre, valamint azt, hogy az 500 mb-os 36 órára szóló *barotróp* előrejelzés a rövidtávú előrejelző részleg 500 mb-os 36 órára szóló előrejelzésének elkészülte előtt rendelkezésre álljon.

A második fontos változást annak felismerése idézte elő, hogy a divergencia mentes barotróp modell nem alkalmas a hosszú légköri hullámok viselkedésének pontos leírására, és ez a prognosztikus térképeken nagy hibát eredményez. Megfelelő korrekció alkalmazásával azonban az a hiba javítható. A hosszúhullámok stabilizációja kizárta bizonyos nagyleptékű hibák elfordulását az előrejelzési térképeken, és így jelentős mértékben javította az 500 mb-os szint magasságértékeinek előrejelzését. Ez az objektív eszközökkel végrehajtott javítás, a szinoptikusok meglévő „fegyvertárával” együtt, majdnem azonnal jó eredményt hozott. 1958 januárjától a NAWAC 500 mb-os 36 órára szóló előrejelzéseiben a hibák száma élesen csökkent. A javulás 20%-os szélelőrejelzési és kb. 40%-os magasságelörejelzési hibacsökkenésből tevődött össze. Ugyanakkor a talaj-prognózisok minősége kb. ugyan-

az maradt. A verifikációs adatoknak ez a két-féle viselkedése három lényeges változást idézett elő a szinoptikusok gondolkodásmódjában és az előrejelzési eljárásokban:

1. A szinoptikusok egyrésze élenként kezdett érdeklődni a dinamikus meteorológia iránt. Felismerték ugyanis, hogy a dinamikus előrejelzések eredményeit akkor tudják maximális mértékig a napi előrejelzésekben felhasználni, ha bizonyos fokú tájékozottságra tesznek szert a numerikus előrejelzési modellek terén. Megerősítette bizalmukat az iránt, hogy az alapvető légköri egyenletek alkalmasak az előrejelzés problémájának megoldására. Az érdeklődést még fokozta annak felismerése, hogy a szinoptikus rendszerek extrapolációján és a szinoptikus gyakorlaton alapuló előrejelzések pontossága olyan szintet ért már el, ahol további jelentős javulás már nem várható.

2. Az 500 mb-os szint barotróp előrejelzése egyik legfontosabb eszközzé vált nem csupán az 500 mb-os szint, hanem a talajfelszín áramlási képének, sőt még az egész várható időjárásnak az előrejelzésében is.

3. A harmadik változás 1960 első felében következett be. Ettől az időponttól kezdve az 500 mb-os szint prognózisa mellett jelentősen javultak a talaj-prognózisok is. 1960 második felére az 500 mb-os szintre és a talajfelszínre készített prognózisok javulása elérte azt a fokot, ahol a vertikális mozgás, felhő és csapadék eloszlás objektívebb módszerekkel történő előrejelzésének bevezetése is indokoltá vált. A harmadik változást tehát az idézte elő, hogy a talajra és az 500 mb-os felszínre készített prognózisok segítségével grafikus vertikális sebesség számítások végrehajtását kezdték meg. Ennek az egyszerű fizikai modellnek segítségével próbálják kiküszöbölni a légnyomási prognózis és az időjárás előrejelzése közötti következetlenséget.

A NAWAC-ban végrehajtott előrejelzési eljárások közül még a talaj prognózis elkészítését ismertetjük kissé részletesebben.

1. Az első lépésként a kezdeti talaj térkép, az 500 mb-os nyomás szint és az 500/1000 mb-os relatív topográfia, valamint az 500 mb-os abszolút örvényességi mező alapján megállapítják a barotróp vagy ekvivalens barotróp

területeket, ciklonok, anticiklonok és nagy baroklin zónák elhelyezkedését. Azután a 3 és 12 órás talajmenti nyomás tendenciák, valamint az 500 és 500/1000 mb-os térképek segítségével megvizsgálják, hogy az 500 mb-os szinten és az 500/1000 mb-os relatív topográfian bekövetkezett változások mennyiben tükröződnek a talajtendenciákban. Az így kapott információ alapján döntenek el, hogy a numerikus előrejelzés során elkészített 500 mb-os prognózisban az előrejelzett változások a prognózis készítés pillanatában folyamatban vannak-e vagy nem. Végül csapadék- és felhő-analízist hajtanak végre, különös tekintettel *Sutcliffe* egyenletével megállapított vertikális mozgásra. Az első lépés tehát annak fizikai megállapítása, hogy mi történt a légkörben közvetlenül a prognózis készítése előtt, és mi történik a prognózis készítésének pillanatában.

2. Elkészítik a barotróp vagy ekvivalens barotróp területek (magasnyomású meleg, ala csony-nyomású hideg centrumok) prognózisát. A barotróp rendszerek advekcója az 500 mb-os szint szélességével könnyen és gyorsan végrehajtható.

3. A baroklin rendszerek áthelyezése a numerikus barotróp prognózisban megadott sebességgel történik. A kezdeti és az előrejelzett örvényességi térképek alapján kiszámított sebességgel advektálják a talajnyomási rendszereket, megtartva a tengelyek dőlését az előrejelzési időtartam során. Nagyobb frontálzónák helyének előrejelzésére a baroklin rendszerek előrejelzett pozícióját, továbbá a kiindulási és az előrejelzett 500 mb-os izohipszák közötti kapcsolatot használják fel. Minthogy az 500 mb-os örvényességi gradiens alapján futóáramlás jelenlétére következtethetünk, a futóáramlás pedig nagyobb frontálzónákkal szokott előfordulni, az 500 mb-os örvényességi gradiens is felhasználható a frontálzónák elhelyezkedésének előrejelzésére.

A talajközeli nyomás térkép prognózisa mellett még 500/1000 mb-os relatív topográfia előrejelzést, felhő- és csapadék-prognózist, 24 órás hőmérsékletváltozást, valamint más magaslégtéri előrejelzéseket is készítenek.

(A. M. M.)

632944

Athenaeum Nyomda

Felelős vezető: Soproni Béla igazgató

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET HIVATALOS LAPJA  
kiadásért és szerkesztésért felel: az Orsz. Meteorológiai Intézet igazgatója

Megjelent 900 példányban



## INHALT—SOMMAIRE—CONTENTS—СОДЕРЖАНИЕ

<i>Czelnai, R.—Dési, F.—Rákóczi, F.</i> : On the Determination of the Rational Density of the Temperature-measuring Network (English and Hungarian Text).....	129
Давитая, ф. ф. (Тбилиси): Метод прогноза обеспеченности теплом (Русский и венгерский текст).....	138
<i>Czelnai, R.—Mezősi, M.—Tánczer, T.</i> : Problems of Instrument and Telecommunication Techniques in Connection with the Organization of an Automatic Anemometric Network in the Region of Lake Balaton.....	149
<i>Ambrózy, P.—Gözt, G.—Tánczer, T.</i> : Investigation of Sudden Storms in the Region of Lake Balaton.....	153
<i>Koppány, G.</i> : A Macrosynoptic Method for the Medium-Range Forecast of Precipitation.....	159
<i>Probdld, F.</i> : Stadtenergien im Klima von Budapest.....	162
<i>Wirth, E.</i> : Praktische Methoden zur künstlichen Beeinflussung des Wetters.....	166
<i>Titkos, E.</i> : Forecasting of the Wind on Lake Balaton.....	168
<i>Mészáros, E.</i> : The Relation of Atmospheric Aerosol Concentrations to Air Masses.....	170
<i>P. Gubola, M.</i> : Biometeorological Research in Poland.....	172
<b>APPLIED METEOROLOGY</b>	
<i>Szilágyi, T.</i> : Messungen der Bodentemperatur und der Horizont-einschränkung in einem Tomatenbestand mit Zwillingssreihen.....	174
<i>Varga Haszonits, Z.</i> : The Temperature of Grassy and of Rolled Soil.....	178
<i>Stollár, A.</i> : Plastic-leaf Cover for Forcing Beds.....	180
<b>LITERATURE</b>	
<i>Acta Universitatis Debreceniensis de Ludovico Kossuth Nominatae. Series Geographica, Geologica et Meteorologica (Kéri, M.)...</i>	184
<i>Wallington, C. E.</i> : Meteorology for Glider Pilots ( <i>Tardos, B.</i> )....	185
Калиновский, А. В.—Пинус, И. Э., <i>Аэрология, Часть I. (M. Nagy, A.)</i> .....	185
<b>CHRONICLE</b> .....	187