

I. I. Gaivoronsky — G. S. Voronov (Moszkva*):

Some Results of Artificial Modification of Hail Processes

Некоторые результаты искусственного модифицирования процессов градообразования. В статье излагаются результаты радиолокационных исследований градовых процессов в Молдавской ССР. Исследованиями установлены значения радиолокационных критериев, характеризующих градоопасность облаков. Определены их месячные значения. Полученные многолетние данные противорадовой защиты сельскохозяйственных культур от градобитий на больших площадях с помощью ракет указывают на ее высокую эффективность.

*

Since 1964 the Central Aerological Observatory has been carrying on an extensive research programme to investigate hail processes and improve the techniques used to affect these processes. This work is performed in Moldavia.

Moldavia is mostly flat country, which is sure to affect considerably the nature of hail processes [1, 2, 3]. According to statistics provided by the improved density network of hail and rainfall measurements (one pluviometer per each ten square kilometres), the hail frequency at a point during April-September amounts to four to six days. In 75 per cent of cases hail was associated with the passage of primary and secondary cold fronts. Judging by the results of radar observations, displacement rates of clouds range between fifty and sixty kilometres per hour, as an average, while the maximum speeds reach as high as over 100 kilometres per hour. It is noteworthy that within the 1—6 km layer the deviation of radar echo from the direction of the wind never exceeded 10—15°, while in the 8—10 km layer it rose up to 25° or even 30°. The correlation coefficient for radar echo with regard to speed and direction amounts to 0.8 ± 0.015 .

It also follows from the observations that higher speeds of wind in the lower atmosphere prevent the formation and growth of convective clouds. Whenever wind reached 16 mps and more at the altitude of five or six kilometres, there was, in fact, neither fall nor formation of hail. An analysis of results provided by radar sounding and radiosondes showed that convective clouds cease to grow upon reaching a level at which the value of vertical wind shear will be equal to $\Delta v/\Delta z \cong 5 \cdot 10^{-3} \text{ sec}^{-1}$.

Research in the natural evolution of hail clouds testifies to the fact that their lifetime does not generally exceed two to three and a half hours [1]. According to radar observations, two or three large-drop cells can be distinguished within hail clouds, and of these only one is hail-bearing. Whenever a hail accumulation zone disintegrates in a cloud, a new cell is formed, or otherwise one of the former cells consolidates and yields ice particles within 10 to 12 minutes. The hail cell is found in the rear of the cloud, and its development cycle averages 15 or, rarely, 30 minutes. Its size amounts to 14 to 16 cubic kilometres, on the average, but sometimes it reaches

* Authors: I. I. Gaivoronsky and G. S. Voronov, Hydrometeorological Service of the USSR, 12, Pavlik Morozov Street Moscow, D—376, USSR.

as high as 40 cubic kilometres [1, 2]. The speeds and directions of clouds propagation do not, as a rule, vary greatly at winds below 15 km per hour, though their shapes and spatial dislocation change continuously. This is due to the spreading effect [4] which takes place in a zone about 6 km wide. In this case the growth effect dominates over cloud transfer. Formation or disintegration of clouds is frequently accompanied by the merging or lamination of radar echo zones; thus in 96 cases of intense convective processes observed by the radar 205 echo zones laminated and 497 zones merged. Besides, the formation of new reflection zones on the windward side of the main reflection zone generally prevails over their formation on the leeward side. 650

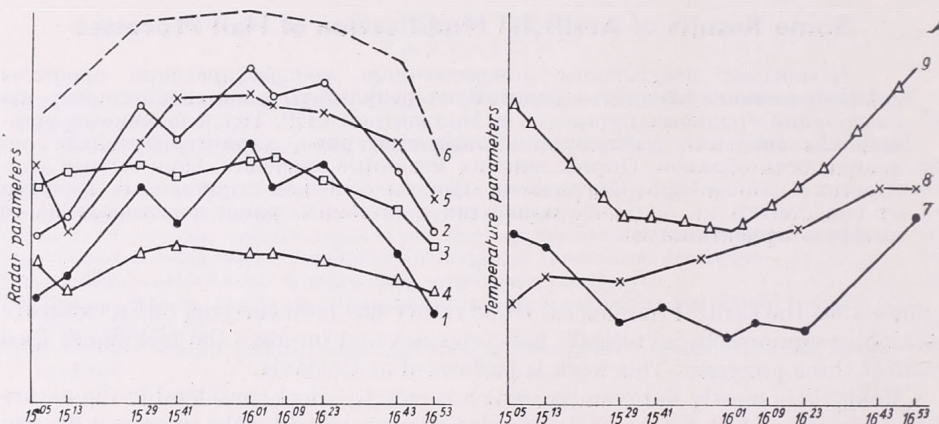


Fig. 1. Variations of radar and temperature parameters of hail clouds under natural development (symbols interpreted in the text of the article)

1. ábra. Jégeső-felhők hőmérsékleti és radar-paramétereinek időbeli változása beavatkozások nélkül (jelölések magyarázata a szövegben).

newly formed zones were observed on the windward and 210 on the lee side. One should remember that high displacement rates of reflection zones are often associated with their merging or disintegration into separate zones.

The authors have also accumulated extensive experimental materials on the transformation of radar parameters with time under the conditions of natural cloud development. Fig. 1 cites such data as an example.

The evolution of seeded hail clouds is dissimilar to that of naturally developing ones. Within 8—10 minutes upon seeding radar echo parameters increase at a high rate, which might be due to the latent heat of fusion and a considerable rise in the concentration of ice particles inside the cell. Later on radar parameters decrease rapidly compared to their variation during seeding (Fig. 2). In addition, one can observe larger reflection zones, lesser displacement speeds and intensity of signal reflected from the large-drop cell of the cloud.

An analysis of radar data has shown that upon seeding the hail cells disintegrate at a high rate. In 1967—1968 seeding was effected over 175 clouds; of these 90 modifications were undertaken with clouds which, prior to their arrival above the protected area, produced hail tracks from 10 to 100 km long. Surveys along their axes showed sizes of hail stones varying from 5 to 30 mm. Measurements along the projections of hail cells on the ground in the path of the hail cloud showed that the intervals between the „spots” where hail was largest corresponds to the periods within which the disintegration of hail cells was taking place.

No analysis of the evolution of seeded hail clouds reveals a trend towards resump-

tion of cloud development, and no precipitation of solid particles was ever detected. Nevertheless, it is noteworthy that having merged with unseeded clouds, they generally start growing rapidly, which is accompanied by higher values of the main radar parameters. This is probably due to intense hail processes within the clouds, which is testified to by frequent observation of ice particles falling down from such clouds. Thus, anti-hail protection must involve a close watch of the evolution of already seeded clouds, particularly when they merge with the surrounding clouds.

While describing the hail-forming potential of clouds some authors [5] apply a

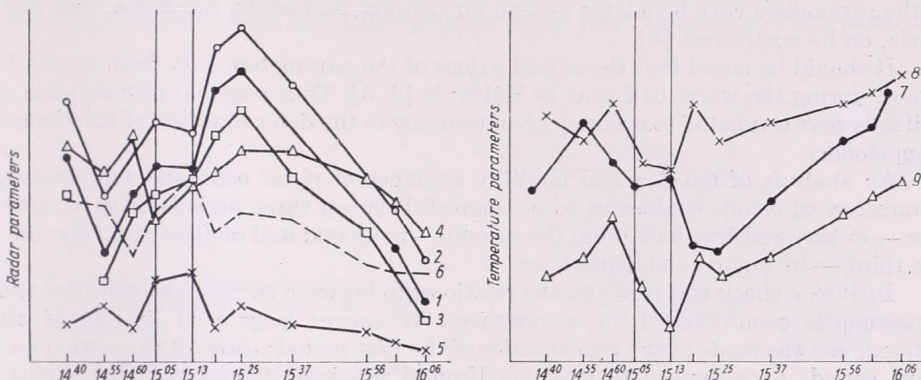


Fig. 2. Variations of radar and temperature parameters of hail clouds upon seeding (symbols interpreted in the text of the article). (Vertical lines limit the time of seeding).

2. ábra. Jégeső-felhők hőmérsékleti és radar-paramétereinek időbeli változása beavatkozások esetén. A függélyes vonalak a beavatkozások kezdetét és végét jelzik (magyarázat a szövegben).

method based on measurements of hail stones using two wavelengths within the centimeter band of frequencies. Unluckily, this technique makes no account of the different conditions under which they propagate as a result of variation in the sizes and concentrations of drops within the cloud. As a result, attenuation of radio waves, particularly in the 3 cm. band of frequencies, may become largely distorted. Besides, the dissimilar performances of the radars used, such as the range of the directional quality, duration of impulse, etc., may prevent one from obtaining reflections of objects identical in size and coinciding in space.

In this connection, it seems most reasonable to assess hail danger based on a combination of the following radar and thermal parameters: (1) H maximum height of radar echo; (2) ΔH , vertical thickness of echo; (3) h^-/h^+ , ratio of radar echo for negative and positive air temperatures; (4) Z_{max} , maximum radar reflectivity, or logarithm of this value; (5) H_{zm} , the peak of maximum radar reflectivity; (6) $\Delta H_{\Delta z}$, vertical thickness of the high radar reflectivity zone differing from Z_{max} by one order of magnitude at the most; (7) T , air temperature at the top of radar echo; (8) T_{zm} , air temperature at the maximum radar reflectivity level; (9) $T_{\Delta z}$, air temperature at the upper level of the high reflectivity zone.

TABLE I — I. TÁBLÁZAT

Cloud parameters	H km	T C°	H km	h^-/h^+	$\lg Z_{max}$	H_{zm} km	T_{zm} C°	$H_{\Delta z}$ km	$T_{\Delta z}$ C°	K_p %
Heavy rain	5,0	-15,0	4,0	1,0	1,5	1,9	5,0	2,3	-1,5	20,0
Hail	11,3	-50,0	9,7	3,8	4,3	6,3	-12,5	6,7	-27,5	65,0

The results of the research yielded characteristic values of the above-mentioned parameters for hail and heavy rain clouds across the flat regions of Moldavia. These values of the parameters are given in *Table I*.

Since hail threat can be assessed based on the entirety of the parameters, we introduce the complex criterion $K_p\%$ as the mean value of the individual probabilities of each parameter.

Research has proved that the said combination of the radar criteria of hail danger can be effectively applied in different geographical zones, though the actual values will have to be determined for each region specifically. Thus the extreme values of the parameters vary by a large margin for Georgia, east of the Black Sea, and Moldavia, on its north-west [6].

It should be noted that the actual values of the parameters vary from month to month during the warm half-year in Moldavia [2, 3]. Thus seasonal probabilities of hail falls were estimated to ensure higher accuracy in the determination of hail danger from clouds.

An analysis of ten-day and monthly averages of radar echo and temperature parameters of clouds enables us to distinguish between three periods of variations: one — in May and first half June; the second — in second half of June and July; and the third — in August and September.

In 1968 a check was made on the relationship between surface probabilities and aerodynamic conditions of the atmosphere. Whenever large cold masses of air arrived, use was made of the probabilities of the first period; those of the second and third periods were applied to local and frontal processes characterized by nightly unstable atmosphere, as far as the balance of temperatures and the energy balance were concerned. One should remember, however, that substitution of a new criteria for previously employed ones is not to take place before air masses have been replaced. Due to temporal probabilities monosemantic descriptions of clouds (hail or heavy rain) have risen to 80%.

It has already been stated [7] that an effective seeding will involve anti-hail protection of a closed region and its approaches from the most frequent direction of penetration by hail clouds. Since the latter may move or emerge over any point of the protected area, the network of launching sites for rockets should cover the entire area and its approaches in view of the effective range of the missiles available. Penetration of mature hail cells into the protected area can be prevented, provided clouds are seeded on the approaches, 6—10 km away. This distance is necessitated by the period needed by man-made hail embryos to form in the cloud (the period within which the agent reacts), and the average speed with which the hail cell moves. Promptness in the seeding of a hail-threatened zone with ice — forming agents, such as AgI or PbI_2 , is critical for efficient protection. The amount of agent used should provide concentrations of about 10^4 to 10^5 ice-forming particles per one cubic metre in the hail-forming part of the cloud.

The rate with which radar reflectivity rises in clouds is consistent with the period it takes hail stones to form. Hail cells of the above dimensions form within zones with the reflectivity of 10^3mm^6 per one cubic metre within rather brief periods, and they are mostly potentially hail-dangerous, as a rule, the size of a zone exceeds that of the hail cells by one order of magnitude. It is not infrequent that the timeliness of artificial modification, its rate and termination are based on radar-produced information about the state of the cloud and the variations in the radar-measured parameters of hail danger.

The Oblako („Cloud”) anti-hail rocket enables one to effect prompt injection of the agent at the necessary level within the cloud at distances up to 10 km from the launching site. The tracer path is controlled by a point time fuse, while the parachute

makes it possible to slow the rocket down in the most dangerous portion of the cell. The agent may well disperse along the path of the missile or (and) while the rocket descends within the cloud suspended to the parachute.

Thus, the application of two time-delayed devices permits a wide range (up to 8 km) of controlled paths of seeding and controlled diffusion of agent within the cloud. This advantage possessed by „Oblako” makes it superior to other available carriers used to deliver agent into clouds, such as the Italian rockets, anti-aircraft artillery shells, etc.

Anti-hail protection in Moldavia [3] initiated in 1964 over an area of 13,000 hectares, is effected from May till September every year. The choice of this particular

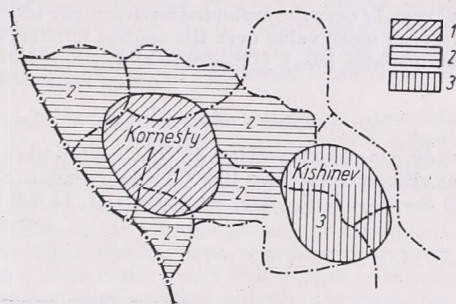


Fig. 3. Scheme of the disposition of the protected (1) and control (2) territories and the control area (3)

3. ábra. A védett (1) és környezeti (2) ill. távolabbi (3) kontroll területek elrendezése.

zone within the Moldavian Republic is due to the fact that it is the worst hail-threatened, according to the data of many years. Thus, over 180 thunderstorms were seen by radar to pass the protected area 150,000 hectares in 1967, and this figure rose, over 170,000 hectares, to more than 300 in 1968. According to radar data, in 1967 fifty-four and in 1968 one hundred and twenty-one reflection zones were potentially hail-dangerous; these were seeded. In view of wide variations in the figure of hail cases and the comparative briefness of meteorological observations to secure statistically reliable data of the seedings, use was made of figures on reduced hail damage within the protected region, as assessed by the State insurance agency. Another advantage of this type of information is that it also reflects the extent to which crops are damaged by hail, which is not unimportant since precipitation of solid particles cannot yet be prevented altogether by artificial modification on hail processes. Dual checks are made to compare areas where hail damage occurs over the protected territory (PT) with similar information about the control territory (CT) adjacent to the protected territory and the control area (CA). Fig. 3 shows a scheme of protected (I) and control (2) territories and the control area (3). These areas little differ from one another in physico-geographical situation, except that the figure of hail cases in the control area is 30 per cent less than that for the protected territory.

Table II shows data on hail damage across the three areas.

In 1966 an area of 100,000 hectares was protected, and in 1967 and 1968 the protected area increased to 150,000 and 170,000 hectares respectively. One can see from the data cited that an increase in the area under protection was not accompanied by any rise in the crop area affected by hail.

An analysis of data cited in Table II shows that prior to anti-hail protective measures over the protected territory the hail-affected crop area used to be close to that observed within the control territory and control area. Since the start of the modification programme, it has been diminishing year by year compared to control

areas. Hail damage has fallen eight to thirteen times compared to adjacent land and 4,5 to 28 times compared to the control area.

One should bear in mind that within the protected area the hail damage was as low as 10 to 30 per cent, while in control areas it reached as high as 80 to 100 per cent of the total.

The above figures prove the high efficiency of the hail protection programme. Yet, in spite of the important results obtained, a broad series of comprehensive research will still be necessary to meet the goal of completely preventing hails. Such steps will necessarily include research in the mechanism of interaction between ice-

TABLE II — II. TÁBLÁZAT

Hail-damaged crops over the protected territory, control territory and control area.

a) year, b) over the protected territory, per 100,000 hectares (S_{PT}), c) over the entire control territory, d) mean value over the control territory, per 100,000 hectares (S_{CT}), e) 100,000 hectares of sample area (S_{CA}), f) S_{CT}/S_{PT} , g) S_{CA}/S_{PT} . Notes: 1. protection over 13,000 hectares, 2. protection restricted to part of season

Jégkár a védett területen, az ellenőrző területen és az ellenőrző körzetben.

a) év, b) a védett területen 100 000 hektáronként (S_{PT}), c) a teljes ellenőrző területen, d) átlagérték az ellenőrző területen 100 000 hektáronként (S_{CT}), e) 100 000 hektáros mintavételi körzet (S_{CA}), f) S_{CT}/S_{PT} , g) S_{CA}/S_{PT} . Megjegyzés: 1. 13 000 hektár védelme, 2. az évszak egy részére korlátozott védelem.

a	b	c	d	e	f	g
Before protection — Védelem előtt						
1962	3996	5301	1475	2182	0,37	0,55
1963	5198	18377	5105	4533	0,98	0,87
Upon protection — Védelem után						
1964 ¹	1432	6705	1835	2308	1,28	1,61
1965 ²	547	5125	1450	1056	2,65	1,93
1966	317	15567	4323	3034	13,65	9,57
1967	551	21871	4784	2526	8,68	4,58
1968	243	15149	3100	6955	12,76	28,6

bearing particles and other elements of cloud, as well as the process of agent spreading in clouds, the mechanism of hail formation and growth and interpretation of radar reflection zones and hail damage criteria in physical terms and relative to the physico-geographic environment.

REFERENCES

- [1] Voronov G. S. — Gaivoronsky I. I. — Leskov B. N.: Research in hail processes in the Moldavian SSR. In collected articles "Research in cloud physics and weather modification". Reports presented at the Seventh Inter-Departmental Conference. Moscow, 1967, 188 — 208.
- [2] Voronov G. S. — Gaivoronsky I. I. — Leskov B. N. — Seregin Yu. A.: Experience of anti-hail protection in the Moldavian SSR. "Meteorology and hydrology", No. 7, 1967.
- [3] Gaivoronsky I. I. — Seregin Yu. A. — Voronov G. S.: Investigations of hail processes and their artificial modification in flat regions of the USSR. Proceedings of the International Conference of Cloud Physics. Toronto, Canada, 1968, 760 — 767.
- [4] Battan L. J.: Radar meteorology. Univ. of Chicago Press., Chicago, Illinois, 1959.
- [5] Sulakvelidze G. K.: Comparison of radar-based techniques of measuring hail stones developed at the High Altitude Geophysical Institute. In collected articles "Research in cloud physics and weather modification". Reports at the Seventh Inter-Departmental Conference, Moscow, 1967, 173 — 180.
- [6] Gaivoronsky I. I. — Kartsivadze A. I. — Okudjava A. M. — Orjonikidze A. A. — Sarkisova L. S. — Seregin Yu. A.: Results of experiments on hail process modification in the Alazan Valley (1963 — 64). In collected articles "Research in cloud physics and weather modification". Reports at the Seventh Inter-Departmental Conference. Moscow, 1967, 173 — 180.
- [7] Bukhnikashvili A. V. — Gaivoronsky I. I. — Kartsivadze A. I. — Kiziria B. I. — Okudjava A. M. — Orjonikidze A. A. — Sarkisova L. S. — Seregin Yu. A.: Techniques of artificial modification of hail processes and the results of experiments carried on in the Alazan Valley. Proceedings of the All-Union Scientific Conference on Artificial Modification of Hail Processes. Tbilisi, 1964, 281 — 324

JÉGESŐ FOLYAMATOK MESTERSÉGES MÓDOSÍTÁSÁNAK NÉHÁNY EREDMÉNYE

A jégeső képződésére vezetõ folyamatokat és azok módosításának lehetõségeit a CAO (Központi Aerológiai Obszervatórium) 1964 óta vizsgálja. A kísérletek színtere Moldávia jégesõtõl leginkább veszélyeztetett vidéke, ahol az adott állomásra vonatkoztatott gyakoriság 4–6 nap a nyári félévben. E területen a jég az esetek 75%-ában elsõ- és másodlagos hidegfrontok áthaladásával kapcsolatos. Radar megfigyelésekkel kapcsolatot találtak a frontok áthelyezõdési sebessége és a különbözõ rétegekben uralkodó szélirányok között. Kimutatták, hogy az alsó troposzférában jelentkezõ, ≥ 16 m/mp-es szélességgel meggátolja a jégesõ képzõdését. Megerõsítették azt a korábbi megállapítást, hogy a jégfelhõk élettartama ritkán haladja meg a 2–3,5 órát. Rámutattak arra, hogy a jégesõ-felhõben általában két-három nagyobb tartomány különböztethetõ meg, ezek közül azonban rendszerint csak egy tartalmaz jeget. (Itt jég szemekrõl, nem pedig jégkristályokról van szó). A jégcella többnyire a felhõ hátoldalán helyezkedik el; kifejlõdésétõl szétszórásáig általában 15, néha 30 perc is eltelik. Közepes mérete 14–16 km³, néha azonban eléri a 40 km³-t. A jégesõ-felhõ áthelyezõdési sebessége átlagosan 15 km/óra, iránya pedig általában nem változik jelentõsen. Érdekes eredmény, hogy az új radarvisszaverõdési zónák az áthelyezõdési sebességek csökkennek, míg a visszaverõdési zónák mérete nõ.

A „magvasított” jégesõ-felhõk fejlõdése ezektõl eltérõ. A radarvisszhang-intenzitás a beavatkozás után 8–10 percig gyorsan nõvekszik. Ez valószínûleg a latens hõ felszabadulásának és a jégkristály-koncentráció jelentõs növekedésének köszönhetõ. Az intenzitás ezután – az elõzõ esethez viszonyítva – gyorsan csökken. Megfigyelhetõ továbbá, hogy az áthelyezõdési sebességek csökkennek, míg a visszaverõdési zónák mérete nõ.

A radar-adatok szerint a jégesõ-cella beavatkozás után viharos sebességgel bomlik el. A beavatkozásnak alávetett cella általában nem regeerálódik, kivéve, amikor nem magvasított felhõvel olvad össze. Ebben az esetben a cella ismét gyors fejlõdésnek indulhat. Ez a körülmény a felhõk kölesõnhatásának gondos megfigyelését igényli a konkrét beavatkozások során.

A felhõk „jégveszélyességének” meghatározására egyes kutatók két, 3,2 és 10 cm-es hullámhosszon dolgozó radar-párt alkalmaznak. E módszer az eltérõ hosszúságú rádióhullámok különbözõ paramétereibõl eredõ mérési hibák miatt bírálható.

Szerzõk szerint a jégesõ valószínûségét az alábbi radar- és hõmérsékleti paraméterek kombinációja alapján célszerû megbecsülni: H – a radarvisszhang maximális magassága, ΔH – a visszhang vertikális kiterjedése, h^-/h^+ – a pozitív és negatív léghõmérsékletekhez tartozó radarvisszhang aránya, Z_{max} – a maximális radarvisszaverõdés (vagy ennek logaritmusa), H_{zm} – a maximális radarvisszaverõdés magassága, $\Delta H \Delta z$ – annak a magas reflektivitású zónának a vertikális kiterjedése, amely legfeljebb egy nagyságrenddel különbözik Z_{max} -tól, T' – léghõmérséklet a radarvisszhang esésánál, T_{zm} – léghõmérséklet a maximális visszaverõdés szintjén, $T_{\Delta z}$ – léghõmérséklet a nagy reflektivitású zóna felsõ szintjén.

A fenti paraméterek Moldáviára vonatkozó karakterisztikus értékeit az I. táblázat tartalmazza (l. eredeti szöveget).

Miután a jégesõveszély e paraméterek összessége alapján becsülhetõ, bevezethetõ a K_p komplex kritérium, mint az egyes paraméterek individuális valószínûségeinek közepértéke. Ennek pontos értékét ajánlatos esetenként megállapítani a különbözõ földrajzi körülmények között. Figyelemmel kell lenni továbbá a kritérium számértékének évszakos változásaira is.

A jégelhárítás hatékonyságát a kritikus zónák felfedezése után az „Oblako” rakéta alkalmazásának idõpontja és a diszpergált reagens mennyisége határozza meg. Az ezzel kapcsolatos követelményeket a rakéta tökéletesen kielégíti.

A beavatkozásokat 1964-ben 10-ön kezdték el. 1967 és 1968-ban már 150 000, ill. 170 000 ha védelmet biztosítottak. Az eredményeket a jégesõ változékonysága és a rövid meteorológiai sorozatok miatt az Állami Biztosító adatai alapján becsülték meg, amely a károk mértékére nézve is hasznos információkat tartalmaz. Az adatokat a védett területet környezõ és az ahhoz közel fekvõ kontroll-területek hasonló káradataihoz viszonyították. (Ezek relatív elhelyezkedése a 3. ábrán látható.) A II. táblázat (l. eredeti szöveget) megadja a károk területi eloszlását, és azok arányát. Eszerint a védett körzetben a jégverte terület aránya közvetlen környezetéhez képest egynolcad-egetyizenharmadára, a kontroll területéhez képest kb. egyötödére-egyhuszonnyolcadára csökkent.

Az eredmények az elhárítás hatékonyságát igazolják. A teljesen megbízható megoldásig azonban még számos nyitott kérdést kell tisztázni, ami az alapkutatások szükségességére hívja fel a figyelmet.

Determination of the Water Content and of the Evaporation of Bare Soil

Определения влагосодержания и испарения обнаженной почвы. В статье предлагается простой метод для определения влагосодержания и испарения обнаженной почвы. Метод основывается на величинах испарения измеренных при помощи эвапориметра типа «А» и на модифицированной форме формулы Тюрка. Согласно этой модификации, предложенному автором статьи, в формуле Тюрка фигурирует измеренная величина испаряемости, а также фактическое количество воды, для испарения. При этом упрощается и вычисление по формуле. Особенности разных испаряющих поверхностей учитываются введением соответствующих коэффициентов. Из работы вытекает, что связь между влагосодержанием верхних слоев почвы в 20 и 50 см, выраженным в относительных величинах, можно выражать одной и той же функцией для разных типов почвы. Так напр. при знании влагосодержания слоя почвы в 20 см легко определить и влагосодержание слоя в 50 см.

*

One of the most important factors in plant production is water, falling in the form of precipitations on the soil surface, from where it infiltrates into the soil, where an accumulation takes place and then evaporating partly through the soil itself and partly through the plants again into the atmosphere. Thus, when in agrometeorological research or information work data concerning water is needed the following data are required: the amounts of precipitations, the water content of the soil, the amount of evaporation and the moisture content of the air.

On meteorological stations, however, out of these hygrical factors, only values of precipitation amount and atmospheric humidity are recorded. Soil moisture is measured only in a few places, and evaporation measurements are made only concerning the evaporation from open water surfaces (by means of evaporation pans "A"). There are no network observations on the actual evaporation from bare soil and from soil covered by vegetation.

On the other hand, for the needs of agricultural production, actually the knowledge of the water content of the soils, and the amount of water effectively evaporated by the vegetation (that is actual evapotranspiration) is really indispensable. Therefore, if considering as our task the supplying to agriculture information in the field of agricultural meteorology, a method is to be developed by which the moisture content of the soil and the evapotranspiration can be calculated for localities where no measurements of these quantities are available.

In order to develop a method for calculating the values of soil moisture and soil evaporation, it is necessary that from a few places measured values of both quantities be available, yielding the base for the development of the method. As mentioned before, measurements of soil moisture have been carried out at a few places and in different kinds of soil during a rather long period, while soil evaporation is not measured at all. Thus, the latter quantity must be determined in an indirect way. The determination of the value of actual evaporation can be made by one of the following methods:

1. measurements by lysimeters;
2. by the method of turbulent diffusion;
3. by using the heat balance equation;
4. by using the water balance equation.

For the practical application of the first three methods there is a need of an adequate degree of instrumentation, a circumstance which renders their use costly and, in addition, these methods are rather complicated ones. The fourth method is the only suitable one to yield by one of its

alternative versions data series over several years of the actual evaporation in this country which can be then used for the development of a method for computing evaporation and soil moisture.

Determination of actual evaporation

For the determination of actual evaporation, measurements of soil moisture and of precipitation amounts are used.

In Fig. 1, the causes leading to a change in the water content of an arbitrary section of the soil (ΔW) are illustrated — that is, the difference between the result of a soil moisture measurement made at the beginning a period (W_1) and that of a measurement made at the end of the same period (W_2). The factors, representing an in take of moisture (A) are indicated by arrows directed inwards, while those representing loss of moisture (B) are indicated by arrows directed outwards. Some factors not oper-

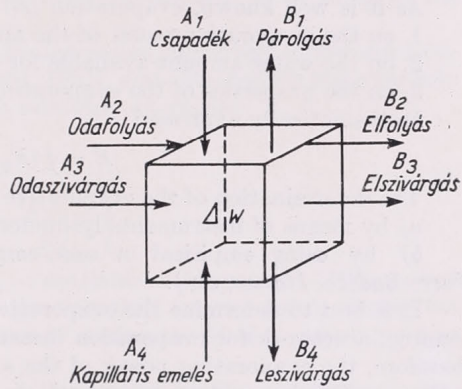


Fig. 1. Some of the most important factors causing changes in the water content of the soil. Precipitation (A_1), Run-in (A_2), Run-in percolation (A_3), Capillary rise (A_4), Evaporation (B_1), Run-off (B_2), Run-off percolation (B_3), Drainage (B_4).

1. ábra. A talaj vízkészlet változását okozó legjelentősebb tényezők

ating continuously and being of only a little influence, such as e. g. dew formation, have been neglected. These statements are expressed mathematically by

$$\Delta W = W_2 - W_1 = A - B \quad (1)$$

A solution of equation (1) can be carried out in the simplest way under the following conditions:

- the surface of the soil is flat and absorbing all the precipitation falling on it. Therefore, there is neither run-in nor run-off on the surface;
- below the soil surface, there is equally no run-in or run-off percolation;
- the water content exceeding the value of the water capacity of the soil is percolating into the deeper layers;
- the ground-water table is situated at a depth where it does not any yield water by capillary rise into the layers under investigation.

Under such conditions water intake arises solely from precipitations (P), and water losses are due only to evaporation (E) and, in the case when the moisture content is exceeding the water capacity, to percolation (D) into the deeper layers. Since in the case of moisture contents lower than water capacity there is, according to our assumption, no percolation ($D = 0$) — an assumption which is however not in all cases in agreement with practical experience — it is of the utmost importance that the calculation of water balance should be made for layers possessing depth for which the error emanating from this assumption will be as small as possible. Now, this layer (which is most actively participating in the water exchange between the soil and the atmosphere) is, according to the investigations made by Konstantinov

(1963), the uppermost soil layer of 20 cm depth. The same result has been reached by *Shcherbak* (1968) who found that the deeper layers of the soil possess only a negligible influence and thus their effect may be omitted.

On the basis of these facts, equation (1) may be written, for the determination of evaporation from the upper 20 cm-layer of the soil, as follows:

$$W_1 + P - W_2 = E \quad (2)$$

Therefore, equation (2) enables us to determine evaporation on places where measurements of soil moisture and precipitation are carried out. Thus, data series extending to several years can be obtained also for different kinds of soils.

In the possession of data series of actual evaporation extending to several years, a method for the calculation of actual evaporation can be developed.

Calculation of Actual Evaporation

As it is well known, evaporation (E) is primarily depending on three factors:

1. on the evaporative power of the air (E_0),
2. on the water amount available for evaporation (W),
3. on the properties of the evaporating surface (F).

Mathematically expressed:

$$E = f(E_0, W, F) \quad (3)$$

The determination of the evaporative power of the air can be done in two ways:

- a) by means of instruments lysimeters, evaporimeters;
- b) by using empirical or semi-empirical formulas (*Penman, Thornthwaite, Turc, Budiko, Ivanov, etc.*).

It is best to determine the evaporative power by means of instruments. In this country, a network for evaporation measurements is in operation, using "A" pans, therefore, the evaporating power of the air is characterized by data obtained from "A" pans. This is a customary proceeding, as the data from "A" pans have been used by *Doss, Bennett, Ashley* (1962), *Shaw* (1963) and others for the characterization of evaporative power.

At places, where no evaporation measurements with "A" pans are conducted, evaporative power is expressed with the aid of the formula for the calculation of evaporation of the "A" pans:

$$E_A = \frac{1-f}{2-f} t$$

(E_A = evaporation from the "A" pan in millimetres, $f = e/E$ the value of relative humidity expressed in decimals, t = temperature in centigrades). The various values correspond to identical periods; evaporation is in each case understood as a sum for the period under investigation, and relative humidity and temperature are mean values for the same period. The validity of this formula has been verified for different parts of this country and for various heights above sea-level by *Dunay, Posza and Varga—Haszonits* (1968).

The water content of the soil is equally strongly influencing the amount of evaporation. The combined effect of atmospheric evaporative power and of the moisture content of the soil has been expressed by *Turc* (1954, 1955) through a formula of the type

$$y = \frac{x}{(1+x^n) \frac{1}{n}}$$

the validity of which has been verified by the same author for several points all over

the world. Similar results were reached by *Mezencev* (1966) and *Talalajevski* (1966), and as *Konstantinov* (1967) points out, also by other research workers. This type of function yielded satisfactory results with data from this country as well. Therefore, we express the dependence of evaporation from the evaporative power of the air and from the humidity content of the soil also by using the same type of function.

In selecting the particular form of the function, we also take *Turc's* formula as a basis, carrying out, however, two modifications:

a) the evaporative power of the air will be characterized neither by the original function of *Turc*, nor by the formula later introduced by *Turc* (1962), but by data obtained from the "A" pan, or by the above formula for the evaporation from the "A" pan, respectively;

b) in *Turc's* formula, in the place of the value characterizing soil moisture the determination of which is rather a complicated one, we are using the value of the available water content of the upper 20-cm layer of the soil, determined at the beginning of the investigation period (W_0).

For the investigation period, we used a 10-day period, according to the same considerations as those pointed out by *Turc* (1954, 1955), and obtained for these periods, after the modifications discussed above, the following expression:

$$E = \frac{W_0 + P}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_0 + P}{E_A}\right)^2}} \quad (4)$$

where E = evaporation in millimetres, W_0 = available water content of the soil at the beginning of the 10-day period, P = precipitation amount fallen during the 10-day period, E_A = evaporation from pan "A" during the 10-day period (that is, the evaporative power of the air).

Formula (4) expresses the dependence of evaporation on the evaporative power of the air (E_A) and on the amount of water available for evaporation ($W_0 + P$). It is known, however, that the properties of the evaporating surface (such as, e.g., the water storage capacity of the soil, its water conducting capacity, etc.) are as well strongly influencing the amount of evaporation.

Turc neglected, in the case of evaporation from bare soils, the influence exerted by soil structure on evaporation, since he applied the same formula on different kinds of soils. However, his formula given for the evaporation of plants is already containing a factor expressing the properties of the plants. According to *Penman* (1963), however, the evaporation calculated by this formula is much more depending on the evaporative power of the air than on the factors expressing the properties of the plants.

Therefore, we expressed the properties of the various surfaces as the ratio of the evaporation values obtained by formulas (2) and (4). Accordingly, relationship (3) may be written in the following analytical form:

$$E = K \frac{W_0 + P}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_0 + P}{E_A}\right)^2}} \quad (5)$$

For the coefficient K , we obtained, in the case of bare soils, the following values:

sand	0,75
loam	0,85
clay	0,65

For the determination of the values K , we used seven-year data series collected on three stations measuring soil moisture (Kecskemét, Karcag, Szarvas).

Values obtained from formula (5) and from formula (2) are in good agreement with each other, and thus formula (5) may be used for the calculation of evaporation from bare soil.

Determination of the available Water Content of the Soil

In agricultural production, the knowledge of the available water content of the soil is of utmost importance. By using the water balance equation, the available water

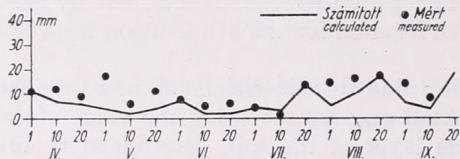


Fig. 2. Calculated and measured values of soil moisture Debrecen, Summer half-year 1968

2. ábra. A talajnedvesség számított és mért értékei, Debrecen, 1968. nyári félév

content may be also easily determined if the physical constants of the various kinds of soils are available, since formula (2), when written as

$$W_0 + P - E = W \quad (6)$$

is enabling us, in the knowledge of the initial water content (W_0), of the precipitation amount fallen during the investigated period (P) and of the evaporation (E) to determine the water content of the soil at the end of the period (Fig. 3).

A difference between calculated and measured values greater than the selected tolerance (i. e. ± 5 mm) occurred only in a few cases. It can be explained in two ways:

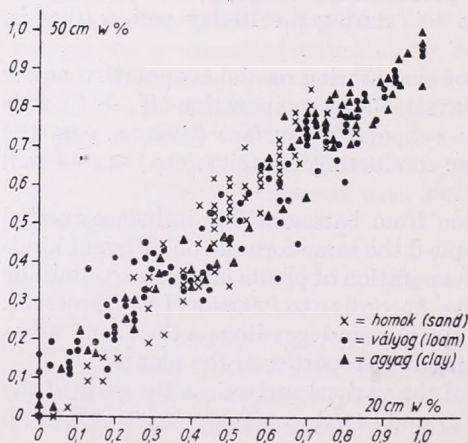


Fig. 3. Relationship between the moisture contents of the upper 20-cm and the upper half-metre layers of soil, for different kinds of soils.

3. ábra. Összefüggés a felső 20 cm-es és a felső 50 cm-es talajréteg nedvességtartalma között, különböző típusú talajokon

either the result of the soil moisture measurement was obviously erroneous, or the precipitation occurred at the end of the investigated period, immediately before the moisture measurement, and thus the measurement is yielding a higher value.

By the aid of formula (6), we are able to determine the water content of the soil for places where no measurements of soil moisture have been executed if we have given by some way the initial water content of the soil and the amount of precipitation is known, and by using formula (5) the amount of evaporation can be calculated.

The value of the soil water content obtained by formula (6) refers to the upper 20-cm soil layer. In many cases, however, the knowledge of the water content of other soil depths is of importance, mainly of the layers in which the greater part of the

plant roots is to be found. This is, in the case of a number of plants, the upper half-metre layer of the soil.

On all the stations, where the moisture content of the upper 20-cm layer is measured, we measure the moisture content of the upper half-metre layer as well, so the relation between these two quantities may be established. For the relationship existing between the moisture contents of the upper 20-cm layer and the upper half-metre layer respectively, in soils of various structures, the following correlation coefficients were obtained in this country by using seven-year data series from the stations Kecskemét, Karcag and Szarvas: sand: 0,95, loam: 0,96, clay: 0,97

For making use of such a correlation in spite of the various values of the physical constants of the soil, it is necessary to express the moisture contents of the soils in per cents of their water capacity. From Fig. 1 illustrating the relationship between the relative moisture contents of sand, loam and clay, it can be stated that this correlation may be described, for all three kinds of soil, by the same function.

A simple method for the determination of the water contents and evaporations of bare soils is presented. The method is based on evaporation values measured in "A" pans and on a modification of Turc's formula. As a consequence of the modifications carried out in the Turc formula, the values of evaporative power of the air (E_A) and the amount of water effectively available for evaporation ($W_0 + P$) appear in the formula and, in addition, also the calculations are simplified.

The factors expressing surface properties of the soil have been determined for soils of various structures. A further task consists in the determination of these factors for various crops.

The relationship existing between the moisture content of the upper 20-cm soil layer, expressed in relative values, and that of the upper half-metre layer expressed in relative values, may be described for the soils of various structure by the same function. By using the calculation method presented in this paper, the variation of the water balance factors, the knowledge of which is indispensable for agricultural production, may be followed during the whole length of the growing season.

REFERENCES

- Doss, B. D.—Bennett, O. L.—Ashley, D. A. (1962): Evapotranspiration by irrigated corn. *Agronomy Journal*, 54, 6. 497—498.
- Dunay, S.—Posza, I.—Varga-Haszonits, Z. (1968): Egyszerű módszer a tényleges evapotranspiráció és a talaj vízkészletének meghatározására. I. A párolgás meteorológiája. (A simple method for the determinations of actual evapotranspiration and of the moisture content of the soil. Part I. Meteorology of evaporation), *Öntözéses Gazdálkodás*, VI. 2. 39—48.
- Konstantinov, A. R. (1963): Isparenie v prirode (Evaporation in nature), *Gidrometeoizdat*, Leningrad, 590 pages.
- Konstantinov, A. R. (1967): Metodi raschota isparenija po gidrometeorologicheskim dannim (Methods of calculating evaporation from hydrometeorological data), *Voprosi agrometeorologii*. Trudi UNIGMI, publ. 68. pp. 87—119.
- Mezencev, V. S. (1966): Zavisimost' summarnovo isparenija ot teploenergeticheskikh resursov klimata i vodnofizicheskikh svojstv pochvy. *Gidrometeorologicheskie osnovy oroshaemogo zemle delia* (Dependence of total evaporation on climatic resources and on the hydrophysical properties of soil. Hydrometeorological principles of irrigated agriculture), Trudi UNIGMI, publ. 57, pp. 77—85.
- Penman, H. L. (1963): Vegetation and hydrology. Technical Communication No. 53. Commonwealth Agricultural Bureau, Lampion G. and Co. Ltd., Reading, 124 pages.
- Shcherbak, L. V. (1968): Issledovanie zavisimosti isparenija s parovovo polja ot vertikalno raspredelenija vlazhnosti pochvy (Investigation of the dependence of the evaporation from fallow land on the vertical distribution of moisture in the soil), *Pogoda i urozhaj*, Trudi UNIGMI, publ. 72, pp. 82—90.
- Shaw, R. H. (1963): Estimation of soil moisture under corn. Iowa State University, Research Bull. 520, pp. 968—980.
- Talatajevski, G. V. (1966): Novoje v metodike raschota vlagozapasov pochvy i rezima orosenija

- (Novelty in the method of calculating water contents of the soil and the system of irrigation), Trudi UNIGMI, publ. 57, pp. 160—167.
- Turc, L.* (1954): Le bilan d'eau des sols. Relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement. Annales Agronomiques, 5, 491—596.
- Turc, L.* (1955): Le bilan d'eau des sols. Relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement. Annales Agronomiques, 6, 5—131.
- Turc, L.* (1961): Évaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle. Annales Agronomiques, 12, 13—49.

CSUPASZ TALAJ VÍZKÉSZLETÉNEK ÉS PÁROLOGTATÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA

E módszert a hazánkban egyes helyeken évek óta folyó talajnedvességmérések adatai és a vízháztartási egyenlet segítségével dolgoztuk ki. (1. ábra).

A tényleges párolgás számítása. Amint ismeretes a párolgás (E) értéke elsősorban három tényezőtől függ:

1. a levegő párologtatóképességétől (E_0);
2. a párolgás rendelkezésére álló víz mennyiségétől (W);
3. a párologtató felszín tulajdonságaitól (F).

Matematikai formában felírva:

$$E = f(E_0, W, F)$$

E tényezők közül a levegő párologtatóképességét „ A ” kád mérésekkel határozzuk meg. Ahol nem folynak „ A ” káddal mérések, ott az „ A ” kád párologtatását az

$$E_A = \frac{1-f}{2-f}$$

formulával adjuk meg (*Dunay, Posza, Varga-Haszonits* 1968), ahol E_A az „ A ” kád párologtatása mm-ben, $f = e/E$ a relatív nedvesség értéke, s t a hőmérséklet fokokban.

A párolgás rendelkezésére álló víz mennyiségét *Turc* (1954, 1955) formulájának a szerző által módosított változatával fejezzük ki:

$$E = \frac{W_0 + P}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_0 + P}{E_A}\right)^2}}$$

A különböző felszínek tulajdonságait egy empirikusan meghatározott (K) szorzó-tényezőbe foglalva a párolgás értékét megadó formula végső alakját írhatjuk föl:

$$E = K \frac{W_0 + P}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_0 + P}{E_A}\right)^2}}$$

Csupasz talajokra K értékei a következők: homok 0,75, vályog 0,85, agyag 0,65. Ezen értékeket 7 év adataiból határoztuk meg.

A talajnedvesség számítása. A talajnedvességet a vízháztartási egyenlettel számítjuk, a tényleges párolgást az előbbieken bemutatott módszerrel határozzuk meg. A számított és mért értékek megegyeznek (2. ábra).

A kapott értékek a felső 20 cm-es talajréteg nedvességtartalmát adják meg.

A felső 50 cm-es réteg nedvességtartalma is (3. ábra) ugyanazzal a függvényvel adható meg, mindhárom talajtípusra.

Módszer a prefrontális szél helyi előrejelzésére

Метод локального предсказания префронтального ветра. На основе данных по префронтальным ветрам, предшествующим холодным фронтам, за 1960—1964 гг., излагается техника трехчасовых прогнозов префронтального ветра (средних часовых скоростей соответствующих порывов) для 10 метеорологических станций, находящихся в западной части Венгрии. Метод, базирующийся на двух предикторах, дает возможность объективного предсказания ожидаемого префронтального ветра на исследуемой территории.

*

Ismeretes, hogy az egyes időjárás elemek helyi objektív előrejelzésére szolgáló korszerű módszerek a vizsgált jelenséget a légkör természetes objektumaihoz kapcsolják. Ez a metodikai megfontolás azonban a szél helyi előrejelzésére kidolgozott újabb keletű eljárásokra még nem jellemző. Bár az utóbbi években egyre nagyobb érdeklődés nyilvánul meg a ciklonok meleg szektorának szerkezete iránt, a hideg frontokat megelőző talajmenti (prefrontális) szél sajátosságaira és előrejelzési lehetőségeire a szerzők nem fordítottak külön figyelmet.

A prefrontális szél előrejelzési módszerének kidolgozását célzó jelen vizsgálatunk eredeti célkitűzését a balatoni viharjelző szolgálat gyakorlati igényei tették szükségessé, ahol a szélerősség és a szellőkés egyes várható fokozatainak megítélésétől függ a figyelmeztetés sikere vagy eredménytelensége.

Az előrejelző számára a szél egzisztencia-prognózisa általában nem jelent problémát, a nehézséget a szél várható erősségének megítélése okozza. E feladat megoldása érdekében a délies irányú gradiens szelek lokális objektív előrejelzésére — standard helyek közötti nyomásgradiensek alapján — már történt kísérlet [1], a felállított regressziók azonban nem nyújtottak kielégítő eredményt. Ezért a problémát a ciklont természetes szektorokra bontó objektumokhoz (jelen esetben a hideg fronthoz) viszonyítva próbáltuk megközelíteni.

Vizsgálatunk anyagát az 1960—64-es években a Dunántúlon átvonult hideg frontokat megelőző szélmegfigyelések alkották. Prefrontális szélnek minősítettük azt a hideg frontot megelőző délies irányú gradiens szelet, amelynek szellőkés értéke a Fuess-féle regisztrátumon elérte, illetve meghaladta az 5 m/sec-ot és tartama legalább 3—4 óra volt. Az ezeket az értékeket el nem érő vagy a konvektív eredetű szeleket a feldolgozásban figyelmen kívül hagytuk. Vizsgálatunk kiterjedt a Dunántúl valamennyi Fuess széliróval rendelkező (10) állomásának a viharzési időnyre korlátozott, 5 hónapot felölelő (május—szeptember) anyagára.

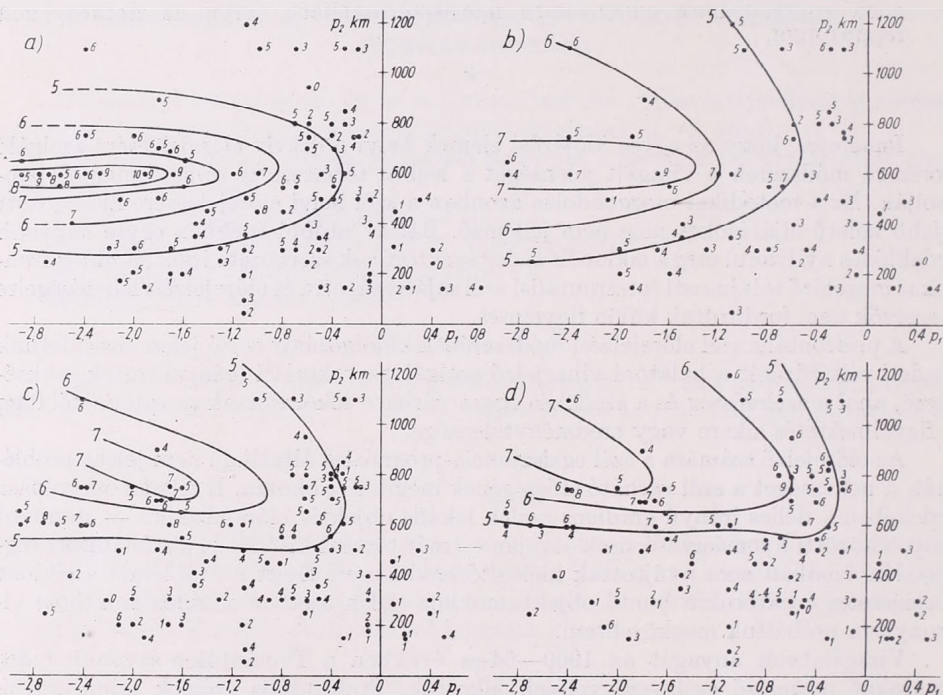
A vizsgálat első lépése a prefrontális szél jellemzőinek szinoptikus-statisztikai feldolgozása volt [2]. E felmérésből kiderült, hogy a szóbanforgó szél többnyire fokozatosan erősödik fel és az a szakasz, amelyen belül az óránkénti átlagszél meghaladja az 5 m/sec-ot, átlagosan 5—8 óra. A viharzés gyakorlata szempontjából az előrejelzés módszerét úgy kell kidolgozni, hogy az a várható szélebség meghatározását a fenti kritikus erősség elérése előtt legalább 2—3 órával lehetővé tegye. Az 5 m/sec-os átlagos óránkénti sebességi értékhatár megválasztásának indokolására a későbbiekben még visszatérünk.

Hasonló célú helyi előrejelzésekre általában a legeredményesebb módszer az ún. *paraméter technika* alkalmazása, amelynek megjelölésére gyakran az *objektív előrejelzés* terminológiáját használják. Ennek a módszernek az a lényege, hogy az előrejelzendő meteorológiai eseményt (prediktandusz) egy vagy több prediktorral valamilyen — rendszerint statisztikai-matematikai — fogással egymáshoz kapcsolják [3].

Az előrejelzés sikerét vagy sikertelenségét a prediktorok megválasztása határozza meg.

Mint hogy a prefrontális szél sebességének előrejelzésére az irodalomban nem található eljárás, ezért feladatunk a megfelelő prediktorok kiválasztása volt.

A talajközeli szél objektív előrejelzésére használatos statisztikai technikák általában a légnyomási gradienst, a tendenciát vagy a kettő valamilyen kombinációját alkalmazzák prediktorként. Hasonló irányú kísérleteink azonban a prefrontális szél



1. ábra. A prefrontális szél sebessége a p_1 és p_2 paraméter függvényében: a) egyidejűség esetén (t_0); b) $t_0 + 1$; c) $t_0 + 2$; d) $t_0 + 3$ óra múlva.

Fig. 1. Velocity of pre-frontal wind as a function of parameters p_1 and p_2 in the following cases: a) simultaneity (t_0); after b) ($t_0 + 1$); c) ($t_0 + 2$); d) ($t_0 + 3$) hours.

esetében sikertelennek bizonyultak. A próbálkozások végül két használható prediktor kiválasztásához vezettek, melyeket szórásdiagrammok grafikus eloszlásával (stratifikációjával) kapcsolunk össze. A prediktorokat az alábbi kifejezésekkel definiáljuk:

$$p_1 = 10^2 \left[\frac{\Delta p}{\Delta r} \left(\frac{\partial p}{\partial t} \right)_3 \right]; p_2 = f_n, \quad (1)$$

ahol a p_1 prediktorban $\Delta p / \Delta r$ a vizsgált helyre hatékony ciklon-középpont és a vonatkoztatási pont közötti nyomáskülönbség és távolság hányadosa, $(\partial p / \partial t)_3$ a vonatkoztatási pont 3 órás légnyomási tendenciája, míg a 10^2 szorzó csak a kényelmesebb skálabeosztást szolgálja. A p_2 prediktorban f_n a vonatkoztatási pontnak a hideg front normálisába eső távolsága km-ben. A p_1 paraméter kiválasztását elősegítette egy korábbi vizsgálatunk, amelyből kitűnt, hogy a $\Delta p / \Delta r$ érték jól tükrözi a ciklon rögzített helyre vonatkozó hatékonyságának változását [4]. Megítélésünk szerint a p_1

olyan komplex kifejezés, amely közvetve egyrészt a ciklon belső cirkulációjának erősségére utal, amelytől nem független a ciklon áramlási rendszere, másrészt a lokális tendencia gyorsulással arányos mennyiségként értelmezhető.

Viharjelzési célokra a fenti paraméterek vonatkoztatási pontjául Keszthelyt választottuk. A statisztikai kapcsolatot megállapítására első lépésként a prediktorok és a prefrontális szél között előállítottuk az egyidejű eloszlást. Ennek eredményét az 1. a ábra mutatja be, ahol az abszcisszán a p_1 , az ordinátán a p_2 paramétert tüntettük fel, míg a görbe vonalak az 5 m/sec-ot meghaladó, a paraméterekhez egyidejűleg hozzárendelt, egyórás átlagos szélességszórás pontjait ölelik körül. Látható, hogy az egyidejű kapcsolat viszonylag jól elkülöníti az 5 m/sec-nál kisebb és azt meghaladó sebességi fokozatokat, ami egyik célkitűzésünk volt.

Amennyiben a paraméterek és a szélességek közötti kapcsolat több órával előre is fennáll, akkor a diagram előrejelzési célokra is felhasználható. A pontosabb megoldás valamint a paraméterek kapcsolata módosulásának követése céljából p_1 és p_2 egyidejű (t_0) vonatkoztatási időpontjaihoz hozzárendeltük az óránkénti közepes szélességek $t_0 + 1$, $t_0 + 2$, $t_0 + 3$ órák értékeit. A kapott diagramokat az 1. b, c, d ábrákon mutatjuk be.

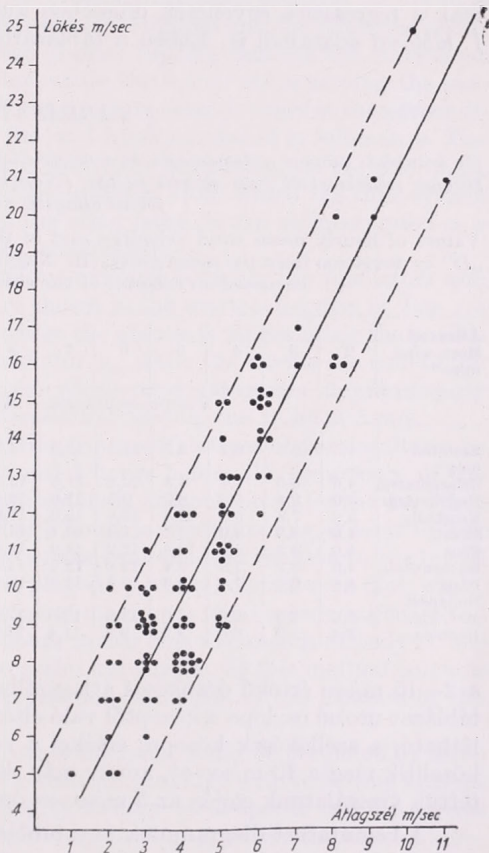
A diagramok összehasonlítása alapján az alábbi megjegyzéseket tehetjük:

a) A választott paraméterek célszerűnek bizonyultak, mert segítségükkel 3-órás időtartamra (két szinoptikus térkép közötti időközre) megadható a várható prefrontális szél sebességének legalább 2—3 fokozata és az 5 m/sec-os kritikus határérték is jól definiáltan különíthető el.

b) A kiinduláshoz viszonyított későbbi időpontokra szerkesztett eloszlásváltozás kifejezi a fronttávolság koordináló szerepét. Amíg a t_0 és $t_0 + 1$ órák diagramokon a maximális szelek zónájának tengelye kb. a p_2 paraméter 600 km-es értékénél található, a $t_0 + 2$ és $t_0 + 3$ órák diagramokon már a 700—800 km-es távolság körül helyezkedik el.

Miután az egyidejű kapcsolat kiterjeszhető volt 3 órás intervallumra, a diagramok előrejelzési technikaként használhatók. Sikeres alkalmazásuk feltétele a helyes frontanalízis és a ciklon-középpont helyének pontos meghatározása.

A prefrontális szél nagyfokú lökésessége miatt — különösen viharjelzési célokra



2. ábra. Az óránkénti átlagszél és a megfelelő maximális széllokések kapcsolata Keszthelyen.

Fig. 2. Connection of hourly mean wind velocities and the corresponding maximum gusts in Keszthely.

700—800 km-es távolság körül helyez-

— nem elegendő csupán azt megbecsülni, hogy milyen átlagos erősségű szélre számíthatunk. Meg kell határoznunk azt is, hogy adott óránkénti átlagos szél mellett milyen szellőkések várhatók. Ezért a Dunántúl szélíróval ellátott állomásaira külön-külön megvizsgáltuk az óránkénti átlagszél és a hozzátartozó szellőkések kapcsolatát. A kapott összefüggés olyan szoros, hogy regressziós egyenlet levezetése nem is volt szükséges. Ennek illusztrálására a 2. ábrán a Keszthelyre érvényes szórásdiagrammot mutatjuk be. A középtől való eltérés (*D*) legkisebb Pápán ($\pm 1,7$ m/sec), legnagyobb Keszthelyen és Budapesten (± 3 m/sec). A vizsgált állomások megfelelő diagramjai csak a regressziós egyenesek dőlésében különböznek egymástól. Utóbbi kiténik az I. táblázat adataiból is. Ebben a táblázatban valamennyi állomásra összeállítottuk

I. TÁBLÁZAT — TABLE I

Az óránkénti átlagos szélességek és a megfelelő közepes szellőkések értékei a Dunántúlon. „*D*” a közepes szellőkésektől való eltérést jelenti. (Nagykanizsán az állomás árnyékoltsága miatt 8 m/sec fölötti átlagszél nem fordult elő).

Values of hourly mean wind velocities and of the corresponding mean gusts in Transdanubia. „*D*” = deviation from the mean gusts. (In Nagykanizsa no mean wind velocities above 8 m/sec occurred on account of the shielded position of the station).

Átlagszél Mean wind m/sec	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	D
Közepes szellőkések — Mean gusts m/sec															m/sec
Szombat- hely	4,9	6,5	8,1	9,7	11,3	12,9	14,5	16,1	17,7	19,3	20,9	22,5	24,1	25,7	$\pm 2,5$
Zalaegerszeg	4,6	6,0	7,4	8,8	10,2	11,6	13,0	14,4	15,8	17,2	18,6	20,0	21,4	22,8	$\pm 2,6$
Nagykanizsa	4,0	5,4	6,8	8,2	9,6	11,0	12,4	—	—	—	—	—	—	—	$\pm 2,0$
Keszthely	5,8	7,8	9,8	11,8	13,8	15,8	17,8	19,8	21,8	23,8	25,8	27,8	29,8	31,8	$\pm 3,0$
Siófok	4,6	6,3	8,0	9,7	11,4	13,1	14,8	16,5	18,2	19,9	21,6	23,3	25,0	26,7	$\pm 2,5$
Pécs	5,0	6,8	8,6	10,4	12,2	14,0	15,8	17,6	19,4	21,2	23,0	24,8	26,6	28,4	$\pm 2,7$
Martonvásár	4,6	6,2	7,8	9,4	11,0	12,6	14,2	15,8	17,4	19,0	20,6	22,2	23,8	25,4	$\pm 2,4$
Pápa	4,8	6,3	7,8	9,3	10,8	12,3	13,8	15,3	16,8	18,3	19,8	21,3	22,8	24,3	$\pm 1,7$
Budapest															
Met. Int.	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	27,0	29,0	31,0	$\pm 3,0$
Bánhida	3,4	5,0	6,6	8,2	9,8	11,4	13,0	14,6	16,2	17,8	19,4	21,0	22,6	24,2	$\pm 2,4$

a 2—15 m/sec értékű óránkénti átlagszélhez tartozó szellőkések közepes értékeit, a táblázat utolsó oszlopa a középtől való eltéréseket tünteti fel (*D*). Mint a táblázatból látható, a szellőkések közepes értékei a legtöbb állomáson 5 m/sec-os átlagszélnél közelítik meg a 10 m/sec-ot, amely már riasztási kötelezettséggel jár. Ezért minősítettük vizsgálatunk elején az 5 m/sec-os óraátlagú szelet kritikus értékűnek.

A bemutatott diagrammok és a táblázat együttes használata — úgy véljük — a viharjelzésen túl hasznos segítséget nyújt a prefrontális szelek objektív alapon történő értékeléséhez és prognózisához a Dunántúlra is.

IRODALOM

- [1] Ambrózy Pál—Koppány György—Tánczer Tibor: Versuch einer Windvorhersage im Raume des Balatonsees auf Grund des Luftdruckfeldes. Sturmwarnung am Balatonsee. Veröffentlichungen der Ungarischen Zentralanstalt für Meteorologie. Band XXX. Budapest, 1966.
- [2] Bodolainé Jakus Emma—Bőjtő Béla: A prefrontális szél néhány tulajdonsága a Dunántúlon. Kézirat.
- [3] Gringorten I. I.: Methods of Objective Weather Forecasting. Advances in Geophysics, Vol. 2. 1955.
- [4] Bodolai István—Bodolainé Jakus Emma: Egy regionális ciklon életoiklusainak vizsgálata. Beszámoló az 1967-ben végzett tudományos kutatásokról. Budapest, 1969.

A METHOD FOR THE LOCAL FORECASTING OF PREFRONTAL WIND

This paper, on the basis of investigating the prefrontal wind preceding cold fronts in this country that occurred during the period 1960—1964, is presenting a front-connected parameter technique capable of predicting, 3 hours in advance, the hourly average wind-speeds and the value of the corresponding wind-gust for 10 meteorological stations situated in the western half of Hungary.

The two predictors used for this prevision are contained in *formula 1*, where, in the predictor called p_1 , $\Delta p/\Delta r$ denotes the pressure difference between the cyclonal centre which is exerting an effect on the location investigated and the reference point, divided by the distance between these, two points; $(\partial p/\partial t)_3$ denotes the three-hour barometric tendency on the reference point, while the factor 10^2 is serving the purposes of a convenient scaling. In the predictor p_2 the symbol f_n denotes the perpendicular distance of the reference point from the cold front, expressed in kilometres. The predictor p_1 is a complex expression that is indirectly indicating, on the one hand, the intensity of the internal circulation of the cyclone, from which the flow-system of the cyclone is not independent, and, on the other hand, it can be interpreted as a quantity proportional to the local tendency acceleration.

The simultaneous statistical relationships existing between the predictors and the value of hourly average wind-speed are shown in the scatter-diagram of *Fig. 1/a* for the meteorological station Keszthely, where the absciss is representing the predictor p_1 , the ordinate is representing the predictor p_2 , while the curves are containing the scatter points of the one-hour average wind-speed categories simultaneously corresponding to the parameters, for wind-speeds exceeding the value of 5 m/s.

The *Figures 1/b, 1/c and 1/d* are presenting the modifications of the simultaneous correspondance mentioned above for 1, 2 and 3 hours before the occurrence of the wind. The effectiveness of the selected parameters is demonstrated by the fact that the prefrontal wind predicted for a period of 3 hours is corresponding at least to 2 or 3 categories. The change in distribution for subsequent times in relation to the initial time (t_0) is expressing the co-ordinating role played by frontal distance: in fact, while, on the first two diagrams, the axis of the zone of maximum wind speeds is situated at a distance of 600 km of the front, 2 to 3 hours earlier this distance is already of 700 to 800 kilometers. A condition for the successful application of this method consists in a correct frontal analysis and in the precise determination of the location of the cyclonic centre.

In order that also the values of occurring wind-gusts could be predicted by using the above techniques, we determined for the stations provided with recording anemometers the relation existing between the hourly average wind-speeds and the corresponding wind-gusts. An example of this is shown on *Fig. 2*, where the absciss is representing the values of average wind-speed and the ordinate is representing the corresponding values of wind-gusts. The corresponding diagrams for the various stations investigated are differing one from the other only in the slopes of the regression lines, a fact which is shown also by the data in *Table 1*, in which the average values of wind-gusts corresponding to hourly average wind-speeds of 2 to 15 m/s have been listed, while the last column is containing the deviations from the mean value (D).

Using these diagrams we are able to prepare an objective forecast of prefrontal winds for the area investigated.

Területi átlagértékek becslésének pontosságáról

On the accuracy of estimated areal averages. A method for determining the probable errors of calculated areal averages of meteorological elements is presented by the author. By using the so-called structural function of the stochastic field of the investigated element the probable error of the estimated areal average is expressed in functions of network-density and that of the respective area of averaging. The method is demonstrated by calculations concerning the accuracy of estimated areal average rainfall depth.

*

О точности оценки средних по площади. Предлагается метод для определения вероятных ошибок расчетов средних по площади метеорологических элементов. При помощи структурной функции, характеризующей поле исследуемого элемента, расчет искомой ошибки проводится в функции размера насающейся территории и густоты сети наблюдательных станций. Как пример приводятся расчеты средних по площади осадков.

*

A meteorológiai tevékenységnek szinte minden ágában, de különösképpen a vízmérleggel és az energiamérleggel kapcsolatos éghajlattani vizsgálatok során fontos szerepet töltenek be a különböző skálájú földrajzi vagy hidrológiai körzetek viszonyait jellemző területi átlagértékek. Ezeknek a karakterisztikáknak a becslése általában a hagyományos megfigyelőállomásokon végzett mérések alapján történik, mégpedig leginkább egyszerű számtani középérték, vagy valamilyen súlyozott középérték kiszámítása útján. Természetszerűen felvetődik a kérdés, hogy az állomásokon mért adatok érvényének kiterjesztése környezetükre milyen pontossággal teszi lehetővé egy-egy meteorológiai elem esetében az adott területre vonatkozó valódi átlagértékek becslését.

A vízmérleg meghatározásának egyik sajátos problémája, hogy több nagy értéket felvevő összetevőnek viszonylag kis különbségeit, ill. egyenlegét akarjuk kiszámítani, amikor előfordulhat, hogy az összetevők becslésének valószínű hibája a keresett eredménnyel azonos nagyságrendet ér el. Ilyen körülmények között az összetevő hibák elemzése nem kevésbé fontos, mint maguknak az összetevőknek a meghatározása.

A vízmérleg meteorológiai komponenseinek esetében a területi átlagérték becslésének pontossága főképpen az illető elem területi eloszlásának változékonyságától függ. Ezt a változékonyságot, pontosabban az illető elem mezejének statisztikai szerkezetét, homogén és izotróp mezőben az autokorrelációs függvény, illetőleg a szerkezeti függvény segítségével írhatjuk le. Ezeknek a karakterisztikáknak a kiszámításáról, valamint tulajdonságairól a szovjet szakirodalom: a GGO munkatársainak, a többi között *L. S. Gandinnak* és *R. L. Kagannak* publikációi révén bőséges anyagot tartalmaz. Ismeretesen továbbá *R. L. Kagannak* és munkatársainak tanulmányai [1, 2, 3], amelyekben módszert mutatnak be a becslést területi átlagértékek pontosságának meghatározására.

Ennek a módszernek a lényege a következő: feltételezve, hogy a vizsgált S területen belül az állomások egyenletesen oszlanak el, a területet elemi négyzetekre bontják oly módon, hogy minden elemi négyzet középpontjában egy állomás helyezkedjék el. Ezután felírják egy elemi négyzetre vonatkozóan a valódi átlagértéket formálisan kifejező integrált és képezik ennek átlagos négyzetes eltérését az elemi négyzet középpontjában mért értéktől.

A négyzetre emelés elvégzése után kapott formula egyik tagjában az auto-korre-

lációs függvény egyszeres területi integrálja, a másikban pedig annak kétszeres területi integrálja ismerhető fel. A továbbiak során az integrálandó általános alakú autokorrelációs függvény helyébe hatványfüggvény típusú, ill. exponenciális típusú közelítő függvényeket írnak be, és e speciális esetekre vonatkozóan numerikus integrálást hajtanak végre. Végül egyszerű formulákat kapnak eredményül, amelyekbe az adott típusú auto-korrelációs függvény jellemző paramétereit behelyettesítve az elemi négyzetre vonatkozó átlagérték hibája könnyen kiszámítható. Utolsó lépésben az S területre kiterjesztett átlagérték négyzetes hibáját oly módon határozzák meg, hogy az elemi négyzetre kiszámított négyzetes hiba értékét elosztják az S területen belül fekvő elemi négyzetek számával. Ebben a lépésben feltételezik, hogy az elemi négyzetekre vonatkozó hibák egymástól statisztikailag függetlenek, amely feltevés jogosságát *R. L. Kagan* egyik tanulmányában ugyancsak vizsgálta és bizonyította [1].

Itt közlésre kerülő vizsgálataink során *R. L. Kagan* ismertetett módszeréből indultunk ki és annak felhasználási lehetőségét igyekeztünk kiterjeszteni egyrészt tetszőleges típusú auto-korrelációs függvényre, másrészt pedig egyenlőtlen sűrűségű hálózatban poligon módszerrel számított átlagok esetére. Ezzel együtt arra is törekedtünk, hogy olyan számítási eljárást dolgozzunk ki, amely teljes egészében elektronikus számítógépen futtatható, ugyanis a területi átlagértékek valószínű hibáját külön kell kiszámítanunk nagyszámú vizsgáldokási területegységre és periódusra.

A számítás módszere

Feladatunk, hogy az S területre n állomás adata alapján becsült átlagérték átlagos négyzetes hibáját meghatározzuk. Az n állomás eloszlását a vizsgált területen belül egyelőre tekintjük tetszőlegesnek és gondolatban bontjuk fel ezt a területet az egyes állomások köré *Thiessen* módszerével szerkesztett poligonokra. Ha az így kapott poligonokat megfelelő s_i területű körökkel helyettesítjük, az S összterület lefedése nem lesz tökéletesen pontos, egyes területszakaszok fedetlenek maradnak, mások viszont a körök pereme mentén kétszeresen fedetté válnak. Ezek a pontatlanságok akkor a legkisebbek, ha az állomások szabályos 60° -os rombuszos hálózat szerint helyezkednek el és természetesen annál nagyobbak, minél szabálytalanabb az állomások elhelyezése. Minden esetre a körökkel való lefedés valamivel pontosabban közelíti meg az ún. poligon módszer alkalmazásával képzett elemi területeket (amelyek többnyire hatszögek), mint a négyzetekkel való lefedés.

Az elemi körök területeire vonatkozóan előírjuk az alábbi feltételt:

$$\sum_{i=1}^n s_i = S \quad (1)$$

azaz előírjuk, hogy összegük legyen azonos az általuk lefedni kívánt teljes terület nagyságával. Előírjuk továbbá, hogy minden elemi kör területe s_i legyen azonos az általa helyettesített poligonok területével; s_{ip} -vel:

$$s_i \equiv s_{ip} \quad (2)$$

Az s_i területelem középpontjában megfigyelt $f(O)$ értéket a területelemre vonatkozó átlagérték becslésének tekintjük, s keressük ennek a becsült értéknek átlagos négyzetes eltérését a megfelelő valódi átlagértéktől. A keresett mennyiséget az alábbi formula fejezi ki:

$$\epsilon^2 = \left[f(O) - \frac{1}{s_i} \int f(s) ds \right]^2; \quad (3)$$

ahol a zárójelben szereplő második tag az s_i területre vonatkozó valódi átlagérték, ds pedig utal a területelemek szerint végzendő integrálásra.

A kijelölt műveletek elvégzése után a (3) formula kifejezhető az alábbi

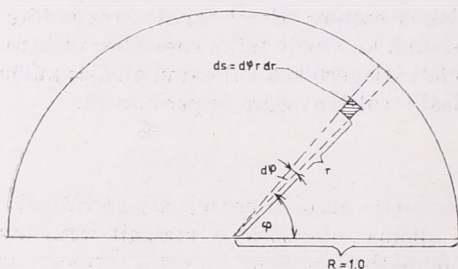
$$b(s, s') = \overline{[f(s) - f(s')]^2} \quad (4)$$

formában definiált szerkezeti függvény segítségével.

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{s_i} \int_{s_i} b(o, s) ds - \frac{1}{2s_i^2} \int_{s_i} \int_{s_i} b(s, s') ds ds' \quad (5)$$

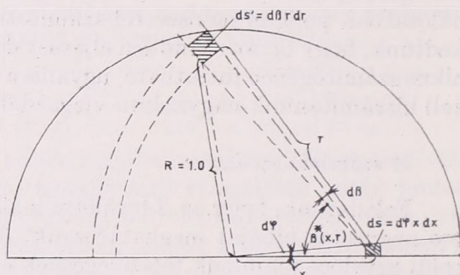
A területi integrálokat polárkoordináták felhasználásával számítjuk ki. Az első tagban szereplő egyszeri területi integrált az 1. ábrán közölt szkéma szerint úgy írhatjuk át, hogy a $b(r)$ szerkezeti függvény kizárólag az r argumentum függvényévé válik és $d\varphi$ szerint minden megkötés nélkül integrálható:

$$\frac{1}{s_i} \int_{s_i} b(o, s) ds = \frac{1}{R_i^2 \pi} \int_0^{R_i} \int_0^{2\pi} r b(r) dr d\varphi = 2 \int_0^1 r b(r) dr \quad (6)$$



1. ábra. A (6) formulában kijelölt területi integrál szkémája

Fig. 1. Scheme of the areal integration given by formula (6)



2. ábra. A (7) formulában kijelölt kétszeres területi integrál szkémája

Fig. 2. Scheme of the double areal integration given by formula (7)

(Mint az 1. ábrából kitűnik, az $R_1 = 1$ egyszerűsítéssel élünk, amely a levezetés érvényét nem korlátozza).

A második tagban szereplő kettős integrált a 2. ábra szerint fejtjük ki:

$$-\frac{1}{2s_i^2} \int_{s_i} \int_{s_i} b(s, s') ds ds' = -\frac{1}{2R_i^4 \pi^2} \int_{\xi(r)}^{R_i} \int_0^{2R_i} \int_0^{2\pi} \int_{-\beta^*(x,r)}^{\beta^*(x,r)} x r b(r) dx dr d\varphi d\beta; \quad (7)$$

ahol:

$$\beta^*(x, r) = \arccos \frac{x^2 + r^2 - R_i^2}{2xr} \quad (7a)$$

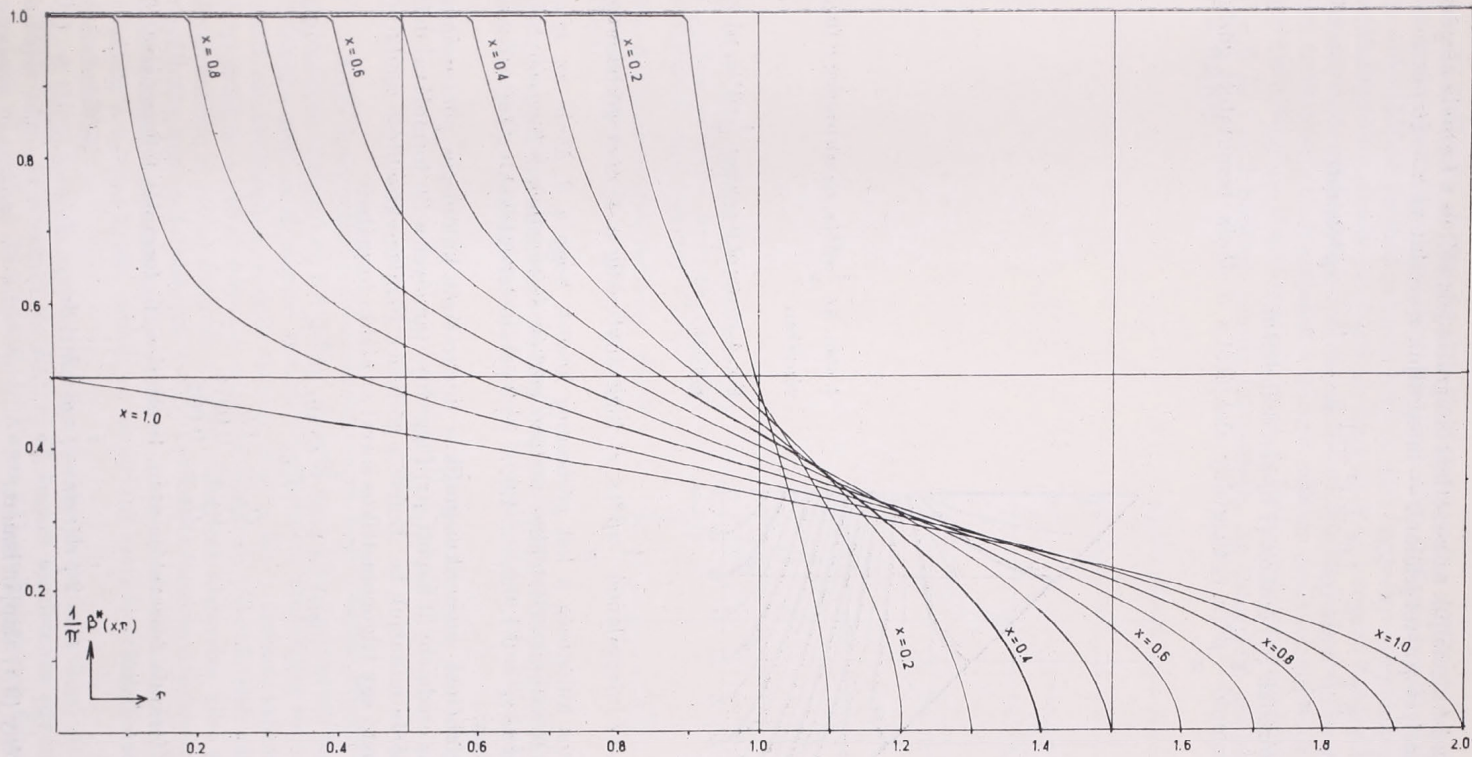
és:

$$\xi(r) = \begin{cases} 0, & \text{ha } r \leq 1 \\ r - 1 & \text{ha } r > 1 \end{cases} \quad (7b)$$

Az $R_i = 1$ egyszerűsítéssel ismét élünk, továbbá figyelembe vesszük, hogy $b(r)$ csak az r -argumentum függvénye, tehát a $d\varphi$ és $d\beta$ szögek szerint minden további nélkül integrálható:

$$(7) = -\frac{2}{\pi} \int_{\xi(r)}^1 \int_0^2 x r \arccos \frac{x^2 + r^2 - 1}{2xr} b(r) dx dr \quad (8)$$

A (8) formulában kijelölt kettős integrálás közvetlenül nem végezhető el. Ezért numerikus-grafikus módszerhez kell folyamodnunk. Mindenekelőtt az x -től nem



3. ábra. Az $\frac{1}{\pi}\beta^*(x_i, r)$ görbesereg r függvényében

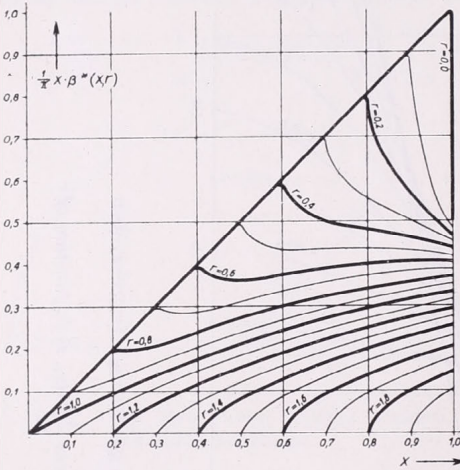
Fig. 3. Series of the curves $\frac{1}{\pi}\beta^*(x_i, r)$ in function of r

függő $rb(r)$ kifejezést kiemeljük az x -szerinti integrálás jele alól és a formula megmaradó részét — amelyet $q(r)$ -rel jelölünk — integráljuk x -szerint az $x = \xi(r)$ és $x = 1$ határok között:

$$q(r) = \frac{2}{\pi} \int_{\xi(r)}^1 x \arccos \frac{x^2 + r^2 - 1}{2xr} dx = \frac{2}{\pi} \int_{\xi(r)}^1 x \beta^*(x, r) dx \quad (9)$$

Az integrálás határának $\xi(r)$ értékét (7 b)-ben definiáltuk.

A (9)-ben szereplő $\frac{1}{\pi} \beta^*(x, r)$ függvény alakjáról a 3. ábrán bemutatott görbe-



4. ábra. Az $\frac{1}{\pi} x \beta^*(x, r_k)$ görbesereg x függvényében

Fig. 4. Series of the curves $\frac{1}{\pi} x \beta^*(x, r_k)$ in function of x

sereg tájékoztat, az integrálandó $\frac{1}{\pi} x \beta^*(x, r)$ függvényt pedig a 4. ábra görbeserege szemlélteti. Fontos különbség a két görbesereg között, hogy a 3. ábrán az $x_i = 0.1, 0.2, \dots, 1.0$ paraméter-értékhez tartozó görbék szerepelnek r függvényben, a 4. ábrán viszont az $r_k = 0.1, 0.2, \dots, 1.0, \dots, 1.9$ paraméter-értékekhez tartozó görbék x függvényében.

A 4. ábra görbéinek numerikus-grafikus integrálását különleges pontossággal végeztük el, és az eredményül kapott $q(r)$ függvényt (amelyet a (9) formulával definiáltunk) az 5. ábrán mutatjuk be. Ennek a görbének függvényközelítése rendkívül könnyen megadható egy trigonometrikus sorral az alábbi formában:

$$q(r) = 1 + \sum_{i=0}^2 C_i \sin 2^i \frac{\pi}{4} r; \quad (9a)$$

ahol:

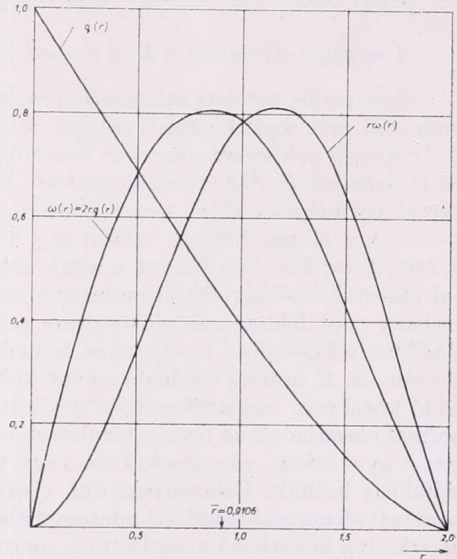
$$\begin{aligned} C_0 &= -1.0 \\ C_1 &= 0,0974 \\ C_2 &= 0,002 \end{aligned}$$

A (8) és (9) formula összevetése után, továbbá a (6) formulát felhasználva (5) a következőképpen alakul:

$$\varepsilon^2 = 2 \int_0^1 rb(r) dr - \int_0^2 r q(r) b(r) dr \quad (10)$$

ahol a $q(r)$ függvény (9 a) alapján ismert.

Az 5. ábrán a $q(r)$ függvény mellett a $w(r) = 2 \cdot r \cdot q(r)$ függvény görbéje is látható, amely az x -tengellyel egységnyi területet zár be. Nem tartozik szorosan a tárgyhoz, de érdeklődésre tarthat számot, hogy a $w(r)$ függvény tulajdonképpen egy fajta eloszlásfüggvény, amely azt fejezi ki, hogy az $R = 1$ sugarú kör területén belül milyen viszonylagos gyakorisággal fordulnak elő a különféle r távolságok, amelyek e kör minden területelemét ugyanennek a körnek minden minden területelemével összekötik. Az átlagos r távolságot is megkaphatjuk, ha az 5. ábrán ugyanesak szereplő $r \cdot w(r)$ kifejezést $r = 0$ és $r = 2$ határok között integráljuk. Az integrálás eredménye egyébként: $\bar{r} = 0,9106$.



5. ábra. A (9) formulával megadott $q(r)$ függvény, az $w(r) = 2rq(r)$ súlyfüggvény, valamint az $rw(r)$ függvény görbéje

Fig. 5. The curves of the functions: $q(r)$ as given by formula (9), $w(r) = 2rq(r)$ and $rw(r)$

Az $rq(r)$ függvény értékeit tetszőlegesen finom r_k lépcsők szerint táblázatba foglalhatjuk és ilyen módon a (10) formula integráljait szummákká alakíthatjuk:

$$e^2 = 2 \sum_{k=0.1}^{1.0} \frac{1}{10} r_k b(r_k) - \sum_{k=0.1}^{2.0} \frac{r_k}{10} q(r_k) b(r_k) \quad (10 a)$$

A (10 a) formula kiválóan alkalmas arra, hogy a benne kijelölt műveleteket számítógéppel végezzük el. Különösen előnyös hogy a $b(r_k)$ szerkezeti függvény empirikus értékeire csak az R_i sugarú köralakú területelem átmérőjéig terjedő intervallumon belül van szükségünk, s legfontosabb, hogy a kis r_k értékek tartományához tartozó $b(r_k)$ értékek a (10 a) formula mindkét tagjában jelentéktelen súllyal szerepelnek. Ilyen módon a (10 a) formula alapján számított négyzetes hiba értékét alig vagy egyáltalán nem befolyásolják a $b(r_k)$ szerkezeti függvény legbizonytalanabb részei: a kis r_k argumentumhoz tartozó értékek, amelyek adatok hiányában nem ismeretesek, továbbá a telítési érték, amely az empirikus szerkezeti függvényeken sokszor alig fedezhető fel.

A (10 a) formula egyetlen R_i sugarú elemi körre vonatkozó átlagérték négyzetes hibáját adja. Az n számú R_1, R_2, \dots, R_n sugarú területelem együttesével lefedett S területre vonatkozó E^2 hibát R. L. Kagan [1] eredményének felhasználásával azon

feltevés alapján számítjuk ki, hogy az egyes területelemekre vonatkozó hibák egymástól statisztikailag függetlenek. Ebben az esetben:

$$E^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{s_i}{S} \varepsilon_i^2 ; \quad (11)$$

és amennyiben $s_i \equiv S/n$ akkor

$$E^2 = \frac{1}{n} \varepsilon^2 \quad (11 a)$$

A következőkben ezeket a formulákat használjuk fel.

A módszer alkalmazása havi csapadékmennyiségek területi átlagértékeire

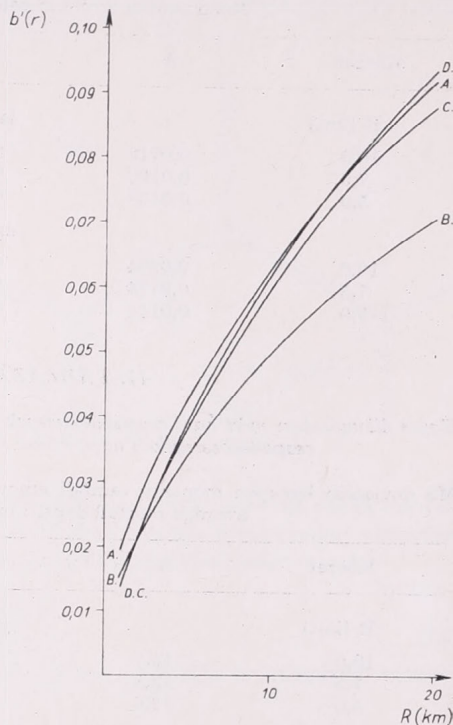
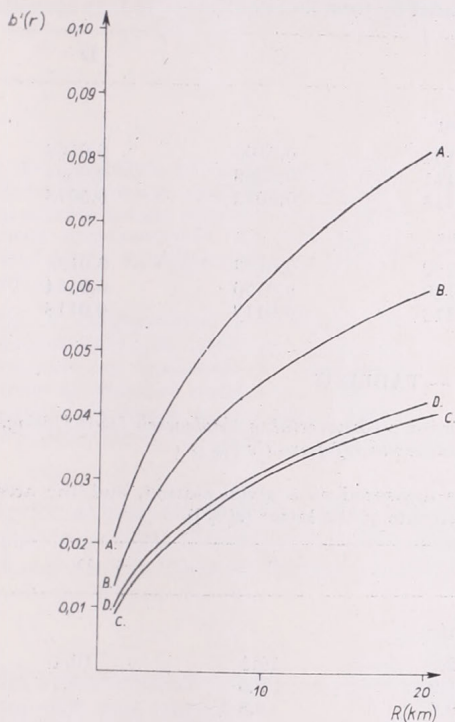
A csapadék területi átlagértékének becslésekor fellépő valószínű hiba meghatározásával már foglalkoztunk néhány korábbi tanulmányunkban [4, 5]. Akkoriban *R. L. Kagan* módszerét még nem ismertük és így számos olyan problémával küzdöttünk, amelyet ő időközben megoldott. Említett tanulmányaink előzetes próbálkozásnak tekinthetők abból a szempontból is, hogy megírásukkor még nem állt rendelkezésünkre eléggé bőséges adatanyag a csapadékmezők statisztikai szerkezetéről. A következő években főként a szerkezeti karakterisztikák (szerkezeti függvény és auto-korrelációs függvény) tanulmányozására összpontosítottuk erőnket. A nagyobb szabású gépi feldolgozás előkészítése céljából *Szakácsné és Tónayné 1965*-ben [6] előállította különböző típusú napi, havi és évi csapadékösszegek területi gyakorisági eloszlásait. E munka eredményeként kiderült, hogy a Magyarország területén működő közel ezer csapadékmérő állomás havi csapadékösszegei kb. az esetek felében normál-eloszlásúak az ország területére vonatkozó átlagérték körül, de a többi esetben a gyakorisági eloszlások két-, vagy több normál-eloszlású együttes szuperpozíciójaként hatnak. Bebizonyosodott viszont, hogy az ország területének körzetekre bontásával normál-eloszlású adategyüttesek nyerhetők. E munka eredményeire támaszkodva következő vizsgálatunk során [7] a számításokat az ország alábbi négy körzetére végeztük el:

A körzet: Északdunántúl	190 állomás
B körzet: Déldunántúl (a Mecsek vidéke nélkül)	145 állomás
C körzet: Duna—Tisza köze	120 állomás
D körzet: Tiszántúl	150 állomás

Összesen: 605 állomás

A felsorolt körzetek részletes ismertetését, továbbá a számítások módszereinek leírását [7]-ben közzeltük. Itt csak annyit ismételünk meg, hogy a havi csapadékösszegek szerkezeti és auto-korrelációs függvényeit a vizsgált körzetekhez tartozó 65 állomás *1955-től 1964-ig* terjedő 10 év adatsora alapján számítottuk ki. A kiindulási adatokat az adott periódusra vonatkozó területi átlagokkal végig osztottuk, hogy az ilymódon kiszámított szerkezeti karakterisztikák a területi átlag százalékaiiban fejezzék ki a mezők változékonyságát. Az adatokra minden esetben alkalmaztuk a szokásos homogenizáló eljárást, amikor is az adatok mátrixából az egyes állomások középértékeinek sormátrixát levontuk. A számításokat *GIER* típusú elektronikus számítógéppel végeztük el. Az eredményül kapott szerkezeti és auto-korrelációs függvények közül néhányat [7]-ben közzeltünk. Az alábbiakban ezeket a szerkezeti függvényeket használjuk fel a csapadék területi átlagértékeinek becslésekor fellépő valószínű hiba kiszámítására.

A 6/a és 6/b ábrán az A, B, C és D körzetre vonatkozó januári és áprilisi szerkezeti függvények $r = 20$ km-ig terjedő szakaszait mutatjuk be. Számításainkban erre az intervallumra van szükség. Amint látható, a területi középértékek hányadaiban kifejezett havi csapadékösszegek szerkezeti függvényei januárban és áprilisban nem



6/a ábra. Januári havi csapadékok szerkezeti függvényei Magyarország négy (A, B, C és D) körzetére vonatkozóan

6/b ábra. Április havi csapadékok szerkezet függvényei Magyarország négy (A, B, C és D) körzetére vonatkozóan

Fig. 6/a. Structural functions of monthly rainfall amounts in January for 4 districts (A, B, C and D) in Hungary

Fig. 6/b. Structural functions of monthly rainfall amounts in April for 4 districts (A, B, C and D) in Hungary

térnek el lényegesen egymástól. Ennek oka, hogy áprilisban a változékonysággal együtt a területi középérték is magasabb, mint januárban. Itt megjegyezzük, hogy júliusban pl. már más a helyzet, erre vonatkozó számításaink azonban a kézirat összeállításakor még nem fejeződtek be.

A 6/a és 6/b ábrán bemutatott szerkezeti függvények felhasználásával a (10/a) formula szerint kiszámítottuk az elemi kör területére vonatkozó átlagértékek négyzetes hibáját $R = 10,0$ km, $R = 7,5$ km és $R = 5$ km sugarú elemi körök esetére. Az így kapott ε^2 négyzetes hibák értékeit az I. táblázat tartalmazza.

Az I. táblázatban közölt értékekből rendre gyököt vonva s a kapott adatokat százzal szorozva a területi átlag százalékaiban kifejezett valószínű hiba értékeit kapjuk meg. Ezeket az adatokat a II. táblázat tartalmazza:

A II. táblázat az elemi körre vonatkozó átlagérték százalékos hibáit adja meg háromféle méretű elemi terület esetére. Ezeknek az adatoknak a felhasználásával

készült a 7. ábra, amelynek görbéiből kivethetők a százalékos hiba értékei $R = 5,0 \text{ km}$ és $R = 10,0 \text{ km}$ között változó méretű területekre vonatkozóan.

I. TÁBLÁZAT — TABLE I

A (10/a) formula alapján számított négyzetes hiba, ε^2 értékei
Mean square errors ε^2 calculated by formula (10/a)

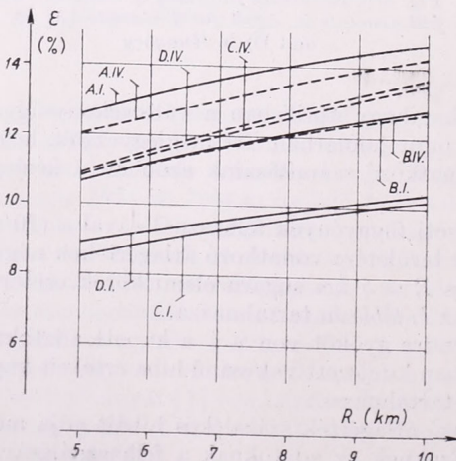
Körzet	A	B	C	D
R [km]	január			
10,0	0,0215	0,0164	0,0105	0,0109
7,5	0,0192	0,0141	0,0089	0,0094
5,0	0,0158	0,0113	0,0072	0,0078
R [km]	április			
10,0	0,0204	0,0162	0,0183	0,0188
7,5	0,0174	0,0140	0,0150	0,0154
5,0	0,0144	0,0113	0,0117	0,0118

II. TÁBLÁZAT — TABLE II

Egyes állomásokon mért havi csapadékösszegek szórása a környezetükre ténylegesen lehulló átlagos csapadékösszegektől az utóbbiak százalékában kifejezve (ε [%])

MS deviation between monthly rainfall amounts measured at a given station, and the areal average rainfall depth; in percents of the latter (ε [%])

Körzet	A	B	C	D
R [km]	január			
10,0	14,7	12,8	10,2	10,4
7,5	13,8	11,9	9,5	9,7
5,0	12,6	10,6	8,5	8,9
R [km]	április			
10,0	14,3	12,7	13,5	13,7
7,5	13,2	11,9	12,2	12,4
5,0	12,0	10,6	10,8	10,9



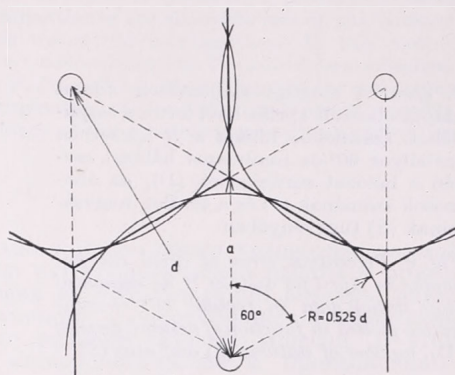
7. ábra. Egyes állomásokon mért havi csapadékösszegek átlagos négyzetes eltérése a környezetükre ténylegesen lehulló átlagos csapadék összegektől az utóbbiak százalékában kifejezve.

Fig. 7. MS deviation between monthly rainfall amounts measured at a given station, and the areal average rainfall depth; in percents of the latter

Gyakorlati szempontból érdekesebb adatokat kapunk, ha a 7. ábrán összefoglalt eredményeket kiterjesztjük tetszőleges S területre, amelynek határain belül n számú állomás adatai állanak rendelkezésünkre. Itt egyszerűség kedvéért továbbá $R. L. Kagan$ eredményeivel való összehasonlíthatóság érdekében egyenletes eloszlású hálózat esetére közlünk adatokat. Feltételezzük, hogy az S területen belül az n számú állomás szabályos 60° -os rombuszos hálózatot képez. Ebben az esetben az elemi körök

8. ábra. Szabályos 60° -os rombuszos hálózat konfigurációja, amelyben minden elemi sokszög azonos területű R sugarú elemi körrel helyettesíthető. Az állomások az elemi körök középpontjában helyezkednek el

Fig. 8. Configuration of a regular 60° rhombic lattice, in which the elementary polygons are replaceable by elementary circles of identical areas with radii R . Stations are located at the centres of the elementary circles



egyforma nagyságok, és R sugarukat úgy kell megválasztanunk, hogy az (1) és (2) feltétel teljesüljön. E feltételek mellett a szomszédos állomások d távolsága, valamint az elemi körök R sugara között az alábbi összefüggés állapítható meg:

$$\begin{aligned} R &= 0,525 d, \\ d &= 1,905 R. \end{aligned} \quad (12)$$

Ezt az elrendezést a 8. ábra szemlélteti. Látható, hogy a körök és hatszögek közötti eltérések nem nagyok.

III TÁBLÁZAT — TABLE III

A megfigyelőállomások adatai alapján becsült áprilisi havi területi csapadékok százalékos hibája a B körzetben szabályos 60° -os rombuszos hálózat (8. ábrán bemutatott konfiguráció) esetén az elemi körök sugarának (R), valamint azok számának (n) függvényében

Percentual error of areal average rainfall depths in April for district B as estimated from station data in regular 60° rhombic lattice (see fig. 8) given as a function of the radii (R) of the elementary areas and the number (n) of the elementary areas

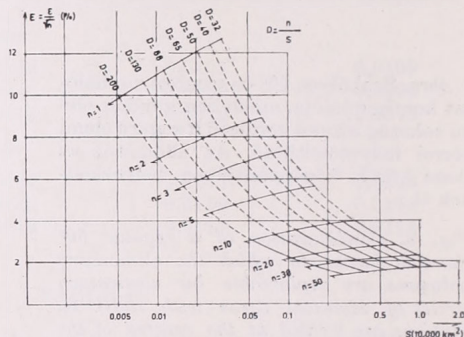
$E = \frac{\varepsilon}{\sqrt{n}} \%$		R [km]							
n	\sqrt{n}	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	9,9	10,6	11,2	11,7	12,1	12,4	12,7	
2	1,42	7,0	7,5	7,9	8,3	8,5	8,7	8,9	
3	1,73	5,7	6,1	6,5	6,8	7,0	7,2	7,3	
5	2,24	4,4	4,7	5,0	5,2	5,4	5,5	5,6	
10	3,16	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0	
20	4,50	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,75	2,8	
30	5,50	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	
50	7,10	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	

A további számítások eredményeit a 9. ábrán mutatjuk be a *B* körzetre és április havi csapadékösszegekre. Először elkészítettük a III. táblázatot a 7. ábra B. IV. jelű görbe, valamint a (11 a) formula felhasználásával:

Ezt követően kiszámítottuk *S* értékét különböző (R, n) értékpárok esetére, majd ebből meghatároztuk az (S, n) értékpárokhoz tartozó $D = n/S$ értékeket, amelyek az állomáshálózat sűrűségét fejezik ki az adott területen belül. A 9. ábra vízszintes tengelyen az *S* terület logaritmikuskáláját mértük fel 10 000 km² egységekben.

9. ábra. A megfigyelőállomások adatai alapján becslést április havi területi csapadékok százalékos hibája a *B* körzetben szabályos 60°-os rombuszos hálózat esetén a hálózat sűrűségének (*D*), az állomások számának (*n*) és a terület nagyságának (*S*) függvényében

Fig. 9. Percentual error of areal rainfall depths in April for district B as estimated from station data in regular 60° rhombic lattice plotted in function of network density (*D*), number of stations (*n*) and area (*S*)



A függőleges tengelyen a területi átlagok valószínű hibája szerepel százalékokban kifejezve. Az ábrán két egymást keresztező görbesereg látható: az azonos *n* értékekhez és az azonos *D* értékekhez tartozó pontokat összekötő görbék serege. Ennek az ábrának a segítségével a *B* körzet április havi csapadékösszegeinek becslésekor fellépő valószínű hiba százalékos értékeit kikereshetjük az *S* terület nagysága, az állomások *n* száma, vagy akár a hálózat *D* sűrűsége szerint. Az adatokat összevetve R. L. Kagan és munkatársai eredményeivel, annyi máris megállapítható, hogy a becslési hibák nagyságrendje azonos. Részletesebb összehasonlításra akkor lesz mód, ha a bemutatott számítást több körzetre és minden hónapra elvégezzük.

IRODALOM

- [1] Kagan, П. Л.: О точности определения средней по площади по данным точечных измерений. Труды ГГО, вып. 175. 1965.
- [2] Kagan, П. Л.: К оценке репрезентативности осадкомерных данных. Труды ГГО. вып. 191. 1966.
- [3] Гущина, М. В.—Kagan, П. Л.—Полщук, А. И.: О точности определения среднего слоя осадков на площади. Труды ГГО, вып. 208, 1967.
- [4] Czelnai, R.—Dési, F.—Rákóczi, F.: On Determining the Rational Density of Precipitation Measuring Networks. Part. I. 1963. Időjárás, 67. No. 5.
- [5] Czelnai, R.—Dési, F.—Rákóczi, F.: On Determining the Rational Density of Precipitation Measuring Networks. Part. II. 1964. Időjárás, 68. No. 1.
- [6] Szakácsné, F. A.—Tónayné, B. I.: On the Areal Distribution of Diurnal and Monthly Precipitation Amounts. 1965. Időjárás, 69. No. 6.
- [7] Czelnai, R.—Dési, F.—Rákóczi, F.—Szakácsné, F. A.: Structural and Auto-correlation Functions of the Precipitation Field. 1967. Időjárás, 71. No. 4.

Grafikus módszer a gázemisszió megengedhető mértékének meghatározására

Graphical method for determining the allowable rate of gas emission. As an introductory work in the meteorological field of a Hungarian Airpollution Abatement Programme under preparation, a graphical method for the determination of the allowable rate of gas emission is presented by the author, on the basis of his theoretical investigations. In this method meteorological and industrial factors are taken into consideration. The rate of the atmospheric stability is determined by a modified form of *F. Pasquill's* method. By using the nomograms presented by the author the graphical determination of the following is made possible: a) the effective height of the stack; b) distance of the maximum concentration from the stack; c) allowable rate of gas emission.

*

Графический метод для определения допустимого количества газовой эмиссии. В качестве подготовительной метеорологической работы к приготовлению будущего венгерского закона об использовании воздуха, автор — на основе результате его исследований — представляет графический метод для определения допустимого размера газовых эмиссий. В этом методе принимаются во внимание метеорологические и промышленные факторы. Размер атмосферной устойчивости определяется по модифицированному методу *Ф. Пасквиля*. Представленные номограммы дают возможность графического определения: а) эффективной высоты фабричной трубы, б) расстояния максимума иммиссии от трубы, в) допустимого количества газовой эмиссии.

*

Adott helyen a levegőszennyeződés megengedhető mértékének meghatározása más-más módszert igényel aszerint, hogy a kibocsátás talajközeli vagy magas, egyedi vagy területi (esetleg ezek kombinációja) forrásból történik-e. Új ipari üzem létesítése, vagy meglévő bővítése esetén rendszerint már számításba kell venni bizonyos alapterhelést is. Ha a magas, egyedi pontforrás környezetében más szennyező források is vannak, akkor a kibocsátás megengedhető mértékének meghatározásakor elsőrendű szempont az, hogy a pontforrás emissziójának hígulásából keletkező talajközeli immiszió és a forrás körzetében levő szennyező források emisszióiból származó alapterhelés összege ne lépje túl az illető szennyező anyagra megállapított környezeti immiszió megengedett határértékét. Ezt az összefüggést az immiszió csúcsértékeire vonatkoztatva matematikailag a következőképpen fejezhetjük ki:

$$I_v \max + I_a \max \cong I_m \max, \quad (1)$$

ahol

$I_v \max$ mg/m³ magas pontforrás immisziójának maximuma a környezetben,

$I_a \max$ mg/m³ más forrásokból származó alapterhelés maximuma magas forrás környezetében és

$I_m \max$ mg/m³ a környezeti immiszió megengedett talajközeli csúcsértéke.

(1)-et átrendezve kapjuk:

$$I_v \max \cong I_m \max - I_a \max, \quad (2)$$

mely következőképpen interpretálható:

Magas pontforrás emissziójának megengedhető mértékét az szabja meg, hogy a pontforrás emissziója által keltett immiszió maximuma ($I_v \max$) ne haladja meg a

környezeti immisszió megengedett talajközeli csúcsertékének ($I_{m \max}$) és az alapterhelés maximumának ($I_a \max$) különbségét.

Vizsgáljuk meg a (2) egyenlet két tényezőjét, melyek meteorológiai, domborzati és ipari paraméterek implicit függvényeként fejezhetők ki.

$$I_{v \max} = I_{v \max}(E, x, y, h, v_s, T_s, d, F, \mu, T_k, u_h, \sigma, w^*), \quad (3)$$

$$I_a \max = I_a \max(\Sigma E, x, y, t^*, F, p, u_h, \Delta z, w^*), \quad (4)$$

ahol

E	g/s magas forrás emissziója,
x, y	m a szél alatti, illetve a szél irányára merőleges távolságok,
h	m a kémény fizikai magassága,
v_s	m/s a kiáramló füstgáz sebessége a kémény szájánál,
T_s	K° a kiáramló füstgáz hőmérséklete a kémény szájánál,
d	m a kémény szájának belső átmérője,
F	a szennyező anyag fajtájától függő tényező,
μ	az immisszió mérési időtartamától függő tényező,
T_k	K° a környezeti levegő hőmérséklete a kémény szájának magasságában,
u_h	m/s a szélsebesség átlagos értéke a kémény magasságában,
σ	m a turbulens keveredés mértéke,
w^*	a domborzattól és környezet beépítettségétől (érdességi paraméter) függő tényező,
ΣE	t/nap zó, a környezetbe kibocsátott összes emisszió mennyisége (emisszió leltár),
t^*	az alapterhelés tendencia paramétere a gázprogram, a távfűtés fejlesztése és az ipar kiterjesztés függvényében,
p	az időszak paramétere (évszak, napszak, munka-, illetve pihenőnap),
Δz	m a keveredési réteg vastagsága

A főváros légszennyeződési problematikáját — hasonlóan az egyes külföldi nagyvárosokéhoz (Leningrád, London) — a gázprogram, illetve az alacsony kéntartalmú tüzelőanyagok bevezetésével lehet megoldani. E megoldás számos meteorológiai vizsgálat előzetes elvégzését feltételezi, mely vizsgálatok az emisszió és az immisszió közötti összefüggés tisztázása révén a szükséges anyagi beruházások mértékének és ütemezésének megvalósítási módjára fognak fényt deríteni. Ezért szükséges a t^* tényező kvantitatív figyelembe vétele.

A (2) egyenlet harmadik tényezője a környezeti immisszió $I_{m \max}$ megengedett talajközeli csúcsertéke, mely országunként változik. Hazánkban a szovjet levegőegészségügyi normaértékeken alapuló igen szigorú immisszió határértékeket kell a jövőben különböző levegővédelmi programok végrehajtásával megközelíteni. A megengedett immisszió határértékeknel [1] a főváros belterületén jelenleg a kéndioxid *négyszer*, a klórgáz és a klór *kétszer*, a nitrogén-dioxid *másfélszer*, az üledékpor *kétszer*, a korom pedig *tizenkétszer* magasabb csúcsertékú [2].

Jelen tanulmányunkban a (2) egyenletnek csak a bal oldali tagjával ($I_{v \max}$) foglalkozunk. A (2) egyenlet jobb oldali első tagjának ($I_{m \max}$) részletes elemzését megtaláljuk *Mórik J.* közelmúltban megjelent tanulmányában [3] viszont a jobb oldal második tagjának Budapest területére történő első, illetve optimális közelítésű meghatározása még folyamatban van [4].

Az emisszió és az immisszió fenti mennyiségi összefüggéseit implicit függvények segítségével, elsősorban a kérdés egzakt felvetése és a jövő kutatási irányának megjelölése céljából mutatjuk be. Jelenleg a (2) egyenlet elhanyagolások nélküli, explicit formában történő kifejezését több, — egyelőre kellőképpen még nem tisztázott —, tényező (csillaggal jelölve) akadályozza: figyelembevételük egyelőre csak szubjektív becsléssel történik. A légszennyeződés kutatási területén mind hazai, mind nemzetközi tekintetben jelentős mértékű tevékenységre van szükség ahhoz, hogy az emisszió és az immisszió mennyiségi összefüggése idealizált feltételek mellett reális feltételekre is érvényes legyen.

A kérdés jelenlegi tárgyalása során a következő feltételezéseket tesszük:

a) a kibocsátott szennyezőanyag hígulása folyamán sem fizikai, sem kémiai változást nem szenved;

b) az emisszió mértéke, a füstgáz hőmérséklete, sebessége időben állandó;

c) a forrás körzetében a talajfelszín sík és beépítetlen;
 d) a szennyezőanyag szempontjából a talajfelszín tökéletes visszaverő felületnek tekinthető; és

e) teljes szélesend esetén a számítási módszerek érvényüket veszítik.

A kérdés matematikai tárgyalásához *O. G. Sutton* [5] turbulens diffúziós egyenletét szélsőérték számításnak vetettük alá. Ennek során a turbulens diffúzió egyenletét az x szél alatti távolság szerint deriválva meghatároztuk a füstfáklya tengelye alatt keletkező maximális koncentráció kéménytől számított távolságát. Eszerint $x_{max}(S)$ azon x távolságban van, ahol

$$\sigma_z(S, x) = 0,707 H. \quad (5)$$

Itt S a légköri stabilitás mértéke, $\sigma_z[m]$ a turbulens szóródás vertikális komponense, $H[m]$ a kémény effektív magassága [7].

I. TÁBLÁZAT

Az I_{vmax} immisszió τ mintavételi időtartamának μ korrekciós tényezői

τ	μ	τ	μ
3 perc	1,53	1 óra	1,00
4 perc	1,48	1,5 óra	0,95
5 perc	1,41	2 óra	0,91
6 perc	1,35	3 óra	0,85
8 perc	1,28	4 óra	0,81
10 perc	1,22	5 óra	0,77
12 perc	1,19	6 óra	0,75
15 perc	1,16	12 óra	0,67
20 perc	1,12	1 nap	0,60
25 perc	1,10	2 nap	0,55
30 perc	1,07	3 nap	0,54
45 perc	1,03	4 nap	0,53

Az $x_{max}(S)$ értékét behelyettesítve a turbulens diffúzió módosított egyenletébe [8], a maximális koncentráció értékét nyerjük:

$$I_{vmax} = \frac{2 E_{gáz}}{\pi e \bar{u}_h H^2} \left(\frac{\sigma_z}{\sigma_y} \right), \quad (6)$$

ahol

I_{vmax} mg/m^3 magas pontforrás által x_{max} távolságban keltett immisszió maximuma,

$E_{gáz}$ g/s a gázemisszió mértéke,

e természetes logaritmus alapja,

\bar{u}_h m/s a h magasságban uralkodó szél átlagos sebessége,

H m a kémény effektív magassága,

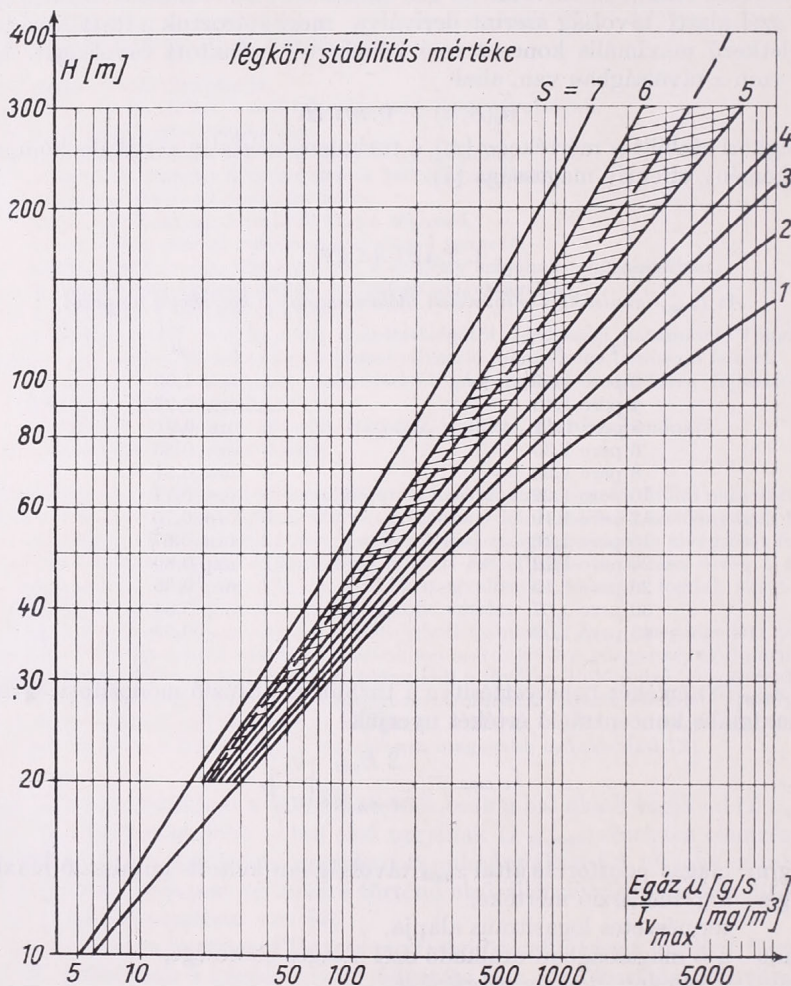
σ_y, σ_z m a turbulens szóródás vertikális, illetve horizontális mértéke.

A (6)-ot átrendezve, és bevezetve az immissziómérés különböző időtartamának hatását (*I. táblázat*) [9] figyelembevevő korrekciós faktort, nyerjük:

$$\frac{E_{gáz} \mu}{I_{vmax}} = \frac{\pi e H^2 \bar{u}_h}{2} \left(\frac{\sigma_z}{\sigma_y} \right) \quad (7)$$

(7)-ben $h = 100$ m átlagos fizikai kéménymagasságnál $\bar{u}_h = 5$ m/s-ot véve, és σ_y és σ_z megfelelő értékeit [6] helyettesítve, a H effektív kéménymagasság, az S légköri stabilitás, az I_{vmax} megengedett immisszió maximum és a μ korrekciós faktor függvényében a gázemisszió $E_{gáz}$ maximálisan megengedhető mértékének meghatározására nomogramot (*I. ábra*) dolgoztuk ki.

A H effektív kéménymagasság és az S légköri stabilitás mértékének függvényében az $I_{v \max}$ immisszió maximum kéménytől mért távolságának meghatározására az (5) egyenlet alapján 2. ábránkon nomogramot mutatunk be. Az 1. és 2. ábrán az $S = 5$ és $S = 6$ közötti területet ferde csíkozással jelöljük, mivel a leggyakoribb (az esetek kb. 60%-a) légállapot tartományát fogják közre.



1. ábra. Nomogram a gázemisszió $E_{\text{gás}}$ megengedhető mértékének meghatározására a vizsgált pontforrás $I_{v \max}$ immisszió maximuma, a H effektív kéménymagasság, az S légköri stabilitás és az immisszió mérési időtartamának μ korrekciós tényezője függvényében

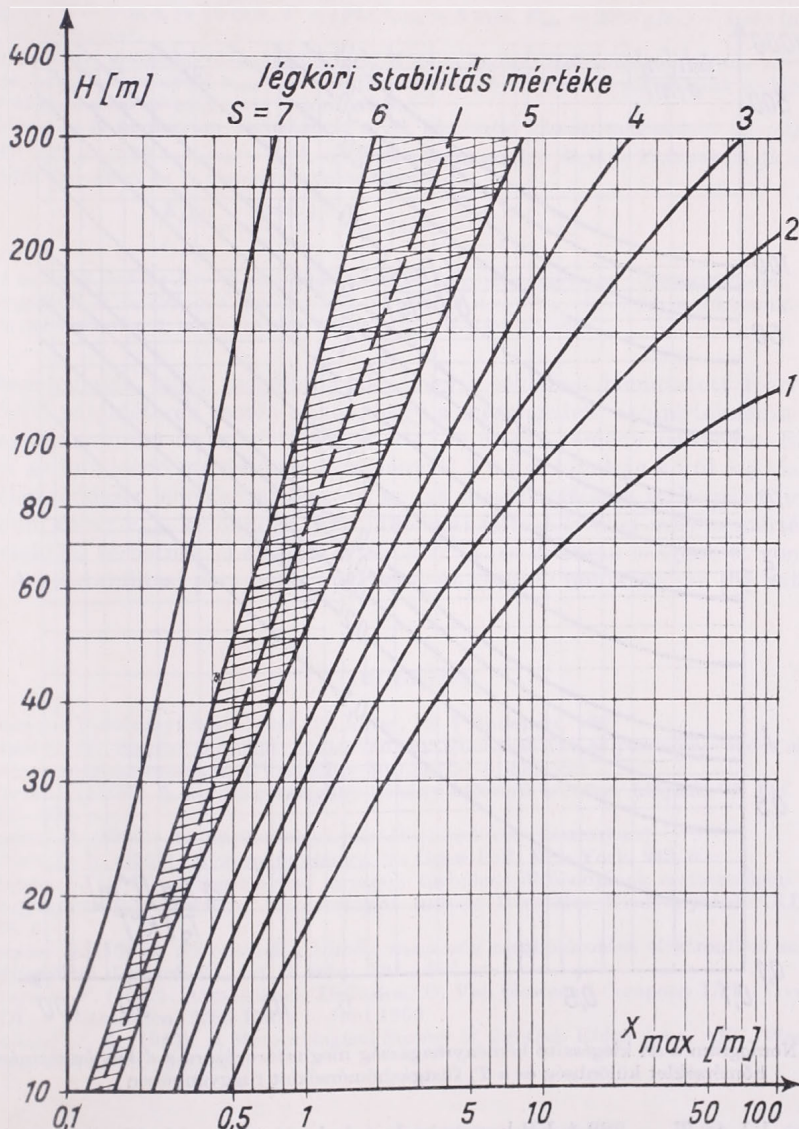
Ahhoz, hogy a H effektív kéménymagasság ismeretében meghatározzuk a h fizikai kéménymagasságot, a Δh kiegészítő magasság megállapítására van szükség a következő összefüggés alapján:

$$H = h + \Delta h \quad (8)$$

A Δh kiegészítő magasságnak ipari és meteorológiai tényezőkkel való kapcsolatát J. Z. Holland [10] formulája adja meg:

$$\Delta h = \frac{v_s d}{u_h} \left(1,5 + 2,68 \cdot 10^{-3} \cdot P \frac{\Delta T \cdot d}{T_s} \right) k \quad (9)$$

ahol
 v_s m/s a kiáramló füstgáz sebessége a kémény szájánál,

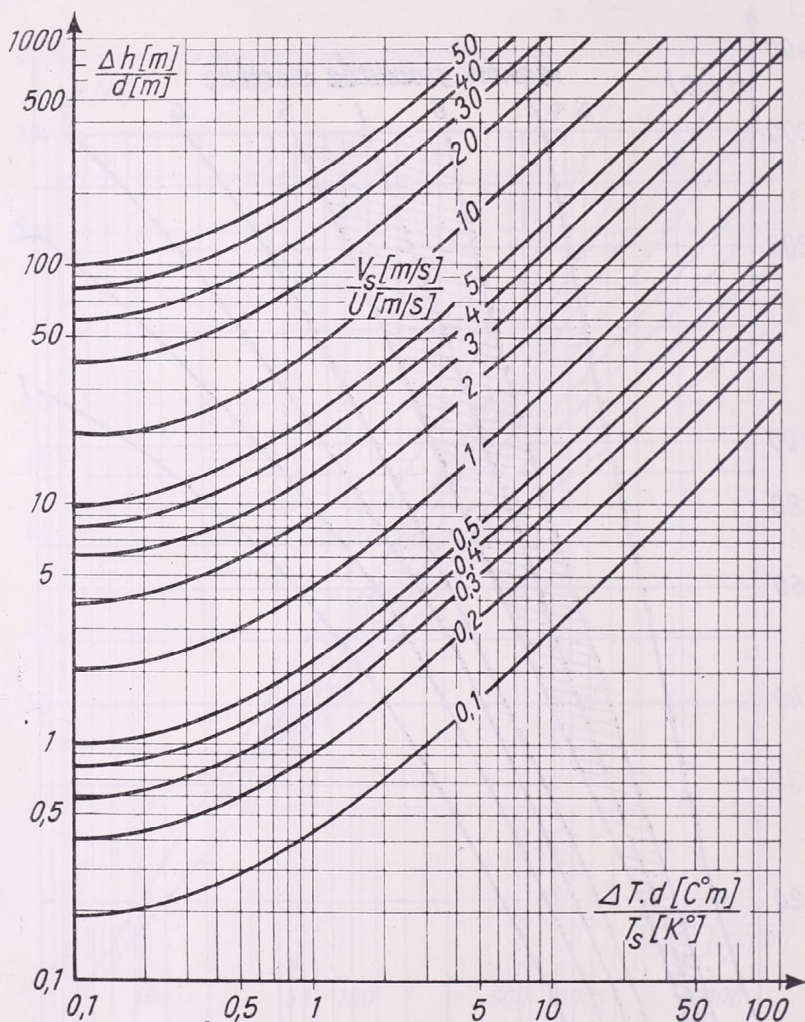


2. ábra. Nomogram az $I_{e,max}$ immiszió maximum kéménytől mért x_{max} távolságának meghatározására a H effektív kéménymagasság és az S légköri stabilitás függvényében

d m a kémény szájának átmérője,
 u_h m/s a szél átlagos sebessége a kémény magasságában,
 P mb légnnyomás a kémény magasságában,

- T °C a füstgáz és a környezet hőmérsékletének különbsége,
 T_s K° a füstgáz hőmérséklete a kémény szájánál,
 k a légköri stabilitás mértékétől függő szorzó faktor [6].

A (9) egyenletbe $h = 100$ m átlagos fizikai kéménymagasság esetén $P = 986,5$



3. ábra. Nomogram a Δh kiegészítő kéménymagasság meghatározására a d kéménymagasság, a ΔT hőmérséklet különbség és a T_s füstgáz hőmérséklet függvényében

mb, $k = 1,1$ és $T_k = 282,4$ K° konstansokat helyettesítve, kisebb átalakítás után kapjuk:

$$\frac{\Delta h}{d} = \frac{v_s}{u_h} \left[1,65 + 2,90 \left(\frac{T_s - 282,4}{T_s} \right) d \right]. \quad (10)$$

Ezen munkaformula alapján végzendő számítások egyszerűsítésére nomogramot szerkesztettünk (3. ábra). A nomogram alapján meghatározott Δh kiegészítő kémény-

magasság a fizikai kéménymagassággal együtt szolgáltatja az effektív kéménymagasságot, amint ezt a (8) egyenlet is kifejezi.

Az 1., 2. és 3. ábrán szemléltetett nomogramok alkalmazását a következő példán mutatjuk be:

Legyen: $d = 9$ m, $v_s = 16$ m/s, $T = 136$ C°, $u_h = 5$ m/s, $E_{gáz} = 2066$ g/s, $\tau = 1$ óra ($\mu = 1,00$) és $I_{v\max} = 0,6$ mg/m³.

Keressük azt a kéménymagasságot, mely a többi ipari és meteorológiai paraméterrel együtt biztosítja, hogy a kéménytől x_{max} távolságban keletkező immisszió maximuma ne lépje túl a környezeti immisszió megengedett határértékét.

Először a 3. nomogram segítségével a Δh kiegészítő kéménymagasságot állapítjuk meg. Mivel $\Delta T \cdot d/T_s = 2,93$ és $v_s/u_h = 2,67$, a 3. nomogram szerint $\Delta h/d = 27,2$ -nek és $\Delta h = 245$ m-nek adódik. Továbbá az 1. nomogramba belépvé, az

$$\frac{E_{gáz}\mu}{I_{v\max}} = \frac{2066 \cdot 1,00}{0,6} = 3450 \frac{g/s}{mg/m^3}$$

értékkel és az $S = 5$ és $S = 6$ stabilitási értékek közötti szaggatott vonalig haladva, a függőleges tengelyen $H = 290$ m-t olvashatunk le. Ebből $h = H - \Delta h = 45$ m-t kapunk. A $H = 290$ m-rel viszont a 2. nomogramba lépve $x_{max} = 3,9$ km adódik.

Összefoglalva tehát megállapítjuk, hogy a példában bemutatott ipari és meteorológiai paraméterek esetén ahhoz, hogy a megengedett határértéknél magasabb immisszió maximum ne keletkezzék, $h = 45$ m magas kémény szükséges. Ebben az esetben az immisszió maximuma a kéménytől 3,9 km távolság körül fog kialakulni.

Jelen módszer lehetőséget biztosít annak megállapítására is, hogy az immisszió maximum és az x_{max} különböző S stabilitásnál felvett értékei milyen mértékben és gyakorisággal térhetnek el átlagos értéküktől (1. és 2. ábrán szaggatott vonallal jelölve). Az S stabilitási paraméter gyakoriságát korábbi munkánkban [6] határoztuk meg.

IRODALOM

- [1] Országos Építésügyi Szabályzat, II. kötet, 12. § Budapest, 1967
- [2] Popovics M., Szepesi D. (1969): Szakvélemény Budapest gáz- és porszennyeződés alapterhelésének meghatározására. UVATERV 30.759 (É-6) 89/1969
- [3] Mórlik J. (1969): A levegőegészségügy néhány időszerű kérdése. Időjárás 73. évf. 5. szám, 288—298. o.
- [4] Szepesi D. (1969): Az alapterhelés optimális közelítése (kéziratban)
- [5] Sutton, O. G. (1953): Micrometeorology. Mc Graw-Hill, New York, 333. o.
- [6] Szepesi D. (1967): Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. Országos Meteorológiai Intézet Hivatalos Kiadványai XXXII. kötet, 168. o.
- [7] Szepesi D. (1967): Az optimális kéménymagasság meghatározása elektronikus számítógép segítségével. Időjárás 71. évf. 6. szám, 361—365. o.
- [8] Pasquill, F. (1962): Atmospheric Diffusion. D. Van Nostrand Company LTD. London 297.
- [9] VDI — Richtlinien, 2289 Blatt 1, Juni 1963
- [10] Holland, J. Z. (1953): A Meteorological Survey of the Oak Ridge Area. AEC, Washington, Report ORD-99. 554—559.

Csapadékkeltési kísérletek tervezése és értékelése

Planning and evaluation of experiments on artificial stimulation of precipitation. In the last two decades thousands of rainmaking experiments were made all over the world. In spite of the great efforts, the results have remained ambiguous. In the paper the causes of this fact are analysed and the historical development of the statistical methods of evaluation of seeding trials is treated. Some possibilities of the further improvement of evaluation are pointed out. An estimation method of seeding effects is suggested for determining the optimum duration of experimentation which is, in general, an important and difficult problem of planning. This method is based on an artificial increase of precipitation data, random sampling and using regression between the target and some control areas. Finally, a simulated rain augmentation experiment made from methodical point of view is briefly reported.

*

Планирование и оценка экспериментов по искусственному вызванию осадков. На протяжении последних двух десятилетий во многих странах были развернуты широкие работы с целью вызывания искусственных осадков. Несмотря на это, положительные результаты еще не были продемонстрированы с полной несомненностью. В статье анализируются причины этого факта и рассматривается историческое развитие статистических методов оценки воздействий. Указываются также некоторые возможности дальнейшего улучшения в оценках результатов. Предлагается метод оценки эффективности воздействий для определения оптимального срока испытаний. Обычно это является важной и трудной проблемой в планировании. Разработанный метод основывается на искусственном увеличении данных об осадках на случайной выборке, и на применении регрессии между экспериментальной и контрольными территориями. Наконец, с методической точки зрения показывается опыт по увеличению осадков при помощи статистического моделирования.

*

A korszerű, szakmai alapokra helyezett időjárás-módosítások — amelyek kezdetét a mesterséges jégképző anyagok első sikeres alkalmazásától számíthatjuk [1], [2] — alig több, mint két évtizede indultak meg. Az időközben világszerte végrehajtott több tízezer kísérlet célja többnyire a *csapadék mennyiségének növelése* — a beavatkozások legtöbb gyakorlati előnnyel kecsesgető változata — volt. Az arid és semiarid területek csapadékhiányának enyhítése ui. esetenként létfontosságú lehet, különösen elmaradott országokban. Sőt, annak ellenére, hogy Magyarország területének nagyrészen az „egyenletesen csapadékos” éghajlat uralkodik [3], az aszály időről időre hazánkban is katasztrofális károkat okoz a mezőgazdaságnak. (Az átlagos évi kárösszeg a mezőgazdaság teljes termelési értékének 3,6%-át teszi ki [4]).

A probléma rendkívüli gazdasági — és tudományos — jelentősége magyarázza a kérdés megoldására irányuló korai, világviszonylatban is úttörő magyar próbálkozásokat [5], ugyanakkor sürgeti a korszerű elméleteken alapuló további vizsgálatokat. A beavatkozási (magvasítási) kísérletekhez ui. ma még igen sok kételey és bizalmatlanság tapad. Ez természetes következménye azoknak a bizonytalan eredményeknek, amelyek pillanatnyilag (a legkorszerűbb technikai berendezések és a matematikai statisztika legújabb módszereinek felhasználása mellett is) egyáltalán felmutathatók. Ennek ellenére a felhalmozódó bizonyítékok pozitív irányba mutatnak, amint ez az USA National Science Foundation egyik tanácsadó bizottságának 1957. évi [6], valamint az Amerikai Tudományos Akadémia speciális bizottságának 1966. évi [7] jelentéseiből kitűnik. Idézzük a legfontosabb megállapításokat:

„1. Az alkalmazott statisztikai eljárások jelezték, hogy az USA nyugati, hegyes vidékein a téli felhőzet módosítása átlagosan 10—15%-os csapadékmennyiség-növekedést eredményezett

a beavatkozásoknak alávett felhőkből. Nagy valószínűséggel állítható, hogy ez a növekedés nem a csapadékmennyiség természetes változékonysága miatt következett be.”

„2. Hasonló statisztikai eljárások sík vidékeken semmiféle olyan csapadéknövekedést nem jeleztek, amelyet a beavatkozásoknak lehetne tulajdonítani. Ez azonban nem jelenti azt, hogy bizonyosan nem volt semmiféle hatás. Sík vidékeken ui. a csapadékmennyiség változékonysága nagyobb volt, s ez a körülmény csökkentette az alkalmazott statisztikai eljárások érzékenységet, amelyek így nem voltak alkalmasak arra, hogy a hegyes vidékekhez hasonlóan kicsiny változásokat kimutassák.” ([6]).

„Növekvő, de még mindig kétségbevonható statisztikai bizonyíték van arra, hogy bizonyos típusú felhőkből, ill. felhőrendszerekből lehetséges a csapadék mennyiségének mérsékelt megnövelése, vagy a csapadék újraelosztása. Az eljárás vonatkozásai sokrétűek és közvetlen nemzeti érdeket képviselnek.” ([7]).

(Ez utóbbi jelentés egyik eredménye volt, hogy az amerikai kongresszus elfogadta azt a törvényjavaslatot, amely szerint az időjárás-módosítással kapcsolatos kutatás és fejlesztés céljaira fordított állami támogatás összege 1970-ig fokozatosan az 1965. évi-nek mintegy tízszeresére emelkedik.)

Az eredmények bizonytalanságának alapvető — fizikai — oka a csapadékképződés folyamatának bonyolultsága, s a csapadék eloszlásának tér- és időbeli inhomogenitása. Jelenleg ismereteink még nem teszik lehetővé e téren pontos diagnózis még kevésbé mennyiségi prognózis készítését: így a megbízható eredmények hiányának közvetlen oka fizikai és matematikai ismereteink korlátozottsága.

A téma magyar nyelvű szakirodalmá ma még csupán egy-két közleményre korlátozódik [5], [8], [9], [10], ezért szükségesnek látjuk az említett problémák részletezését. Tanulmányunkban a csapadékkeltési kísérletek bizonytalan eredményeinek fizikai és matematikai okaival, a statisztikai értékelési eljárások fejlődésének áttekintésével, végül fiktív csapadékkeltési kísérletekkel foglalkozunk.

A csapadékkeltési kísérletek bizonytalan eredményeinek okai

A csapadék képződésére vezető folyamatok rendkívül széles tér- és időbeli skálán játszódnak le. A skála egyik szélén a *mikrofizikai* tényezők jutnak ma még nem teljesen tisztázott szerephez: a felhőben, ill. annak környezetében jelenlevő kondenzációs és jégmag-koncentrációk, a felhőcseppek spektruma, a felhő folyékony víztartalma, az esetleges jégkristály-koncentráció stb. Ezek specifikus hatása, mint trigger-effektus, kombinálódik a *mezoléptékű* tényezők: a felhő és környezetének hőmérséklete, nedvességtartalma, instabilitása stb. hatásával, míg a *makrofizikai* tényezők: a légkör általános energiaháztartása, a baroklin instabilitás és az azt kiegyenlítő folyamatok kényszerfeltételeket jelentenek.

Az időjárás-módosítási kísérletekben azonban nem veszik figyelembe a csapadékképződést irányító, vagy annak keretet biztosító rendszerek és alrendszerek *összességét*. Ehelyett többnyire formális beavatkozási kritériumokat állítanak fel — amelyek a feltételeknek csak kis részét foglalják magukban — és az eredményeket is túlegyszerűsített sémák vagy matematikai apparátus segítségével ellenőrzik. Itt a következő nehézségek merülnek fel.

1. *A beavatkozás tárgya* (felhő) olyan kvázistacionárius rendszer, amelynek létrejötte mezo- és makroskálájú folyamatok következménye; e rendszer állapota *metastabilis*. A metastabilitás mértéke, amelyet a fentiekben kívül mikrofizikai tényezők is befolyásolnak, s amely a rendelkezésre álló vizsgázkészlettel együtt a potenciális csapadékmennyiségre is jellemző lehet, általában nem ismeretes. A stabilisabb állapot felé vezető folyamatok, — amelyek tehát számos, mennyiségileg ismeretlen tényezőtől függenek — így a legkülönbözőbb kimenetelűek lehetnek, a zápor-estől egészen a felhőzet csapadék nélküli feloszlásáig. Mivel azonban a beavatkozások csakis metastabilis állapotú felhőkben járhatnak sikerrel, mindez azt jelenti, hogy *nem állapítható meg, mi történt volna beavatkozás nélkül*. Pontosabban, ismereteink jelenlegi szintjén erre nézve csak durva becslést lehet tenni. A feltételezett hatás létezésére és nagyságára tehát csak közvetett utakon tudunk következtetni.

(I. Langmuir és V. Schaefer ugyan végeztek közvetlen — vizuális — megfigyeléseket [1], de ezek alapján csupán meglehetősen bizonytalan minőségi következtetéseket tudtak tenni. Nagy területeken egyidejűleg végzett kísérleteknél hasonló észlelések megszervezése ugyanis megoldhatatlan.)

2. *A beavatkozások alapelve* azonos: kristályosodási, vagy kondenzációs magvak alkalmazása a csapadékelemek növekedésének elindítása (vagy meggyorsítása) érdekében. Ezzel szemben a *módszerek* rendkívül *változatosak*; a hatóanyagok, a magvak létrehozási módja és felhőbe juttatásának technikája általában különbözőek, ami megnehezíti a kísérletek eredményeinek összehasonlítását. További lényeges körülmény, hogy a *módszerek alapfeltevései* a mesterséges magvak terjedésére, felhőbe jutásuk időpontjára és felhőn belüli koncentrációjára vonatkozóan *gyakran hibásak*.

3. *A beavatkozások eredményeit* — a csapadékképződés sztochasztikus jellege miatt — *statisztikai módszerekkel értékelik*. Ez újabb bizonytalansági tényezők felmerülésével jár. A legfontosabb: a csapadékmennyiség természetes változékonysága, amely a vizsgált időszak növekedésével csak lassan csökken. Tekintsük pl. Fegyvernek körzetét (Szolnok megye), ahol a téli félév adott hónapjának (október) eltérése az ötvenéves csapadék-átlagtól +270, ill. —90% is lehet. Sőt, az egész téli félév csapadéka is +70, ill. —46% -kal térhet el a normálértéktől. A beavatkozások nyomán várható (valószínűleg csekély) csapadék-többlet kimutatásához — havi átlagok alapján — így igen hosszú kísérletsorozatra lenne szükség. Még rosszabb a helyzet, ha a nyári hónapok átlagaival számolunk.

4. Az utolsó kellemetlen körülmény, hogy a *csapadékmérő hálózat elrendezése és sűrűsége*, továbbá a *megelőző megfigyelési sorozatok hosszának különbözősége* az eredményeket pozitív vagy negatív irányba is eltolhatja [10], tehát látszólagos csapadéknövekedés, vagy csökkenés is bekövetkezhet. Ez olyan immanens hibalehetőség, amelynek nagyságát, sőt előjelét sem tudjuk figyelembe venni.

A fentiek alapján megállapítható, hogy az eredmények megbízható, közvetlen értékelését csupán a beavatkozások idején uralkodó meteorológiai viszonyok sokoldalú és minél pontosabb leírása biztosíthatná; természetesen ez a mennyiségi prognózis alapjául is szolgálhatna. A különböző kísérletek összehasonlíthatóságának fizikai alapját ezenfelül az alkalmazásra kerülő módszerek egyöntetűsége jelentené. Minthogy a követelmények (amelyek kielégítése az első két pontban felvetett nehézségek megoldását nyújtana) nehezen teljesíthetők, az értékelést főleg a statisztikai eljárások finomításának útján igyekeztek javítani. Jelen dolgozat is hasonló kísérletet mutat be. Lényeges fejlődés azonban elsősorban légkörfizikai ismereteink gyökeres megújulásától várható.

A kísérletek tervezésének és értékelési módszereinek fejlődése

1. *A „normál százaléka”-módszer* ([11], [12]). Ez a matematikai eljárás elsősorban az ún. „kereskedelmi esőkeltő társaságoknál” vált az USA-ban népszerűvé az ötvenes évek elején. Lényege az, hogy a célterületre (target — amelynek légterében a beavatkozás történhet vonatkoztatott csapadékösszegeket az ott elhelyezett állomások sokévi átlagára vonatkoztatva fejezik ki a magvasítási periódus folyamán).

Hamarosan felismerték azonban, hogy a látszólag gyakori kedvező eredmények — az átlagosnál magasabb csapadékösszegek — félrevezetőek. Ismeretes a csapadékösszegeknek a klimatikus normálérték körüli erős szórása. Nem ritkaság például a normáltól számított két-háromszáz százalékos eltérés sem a havi csapadékösszegekben; az ingadozás rövidebb időszakokra és szárazabb területeken még nagyobb. Néhány hónap, vagy akár egy-két év kísérleti eredményeit tehát e módszer segítségével képtelenség megbízhatóan megítélni, annál inkább, mivel gyakori eset, hogy a természetes változékonyság okozta pozitív eltérések az eseteknek több, mint a felében jelentkeznek. A normál százaléka módszer sablonos alkalmazása esetén a pozitív eltérések a beavatkozások sikerének is tulajdoníthatók.

2. *Az „egyszerű regressziós” módszer*. A fejlődés a „normál százaléka” módszertől két irányban bontakozott ki. A regressziós módszert a statisztikában már évtizedek óta alkalmazták — az esőkeltési kísérletek ellenőrzésére történő felhasználása azon-

ban komoly előrelépést jelentett e területen. Az eljárás ún. kontrollterületek bevonásán alapszik; ezek olyan, a célterülethez klimatológiailag hasonló körzetek, amelyek felett beavatkozás nem történik, és amelyekre két fontos feltétel teljesül:

a) A célterületre és a kontrollterületre lehulló csapadékmennyiségek között erős korreláció áll fenn (a korrelációs együttható általában 0,8–0,98 között van);

b) A célterületen történő beavatkozás hatása nem terjed át a kontrollterületre, vagy ha ennek veszélye mégis fennáll, a hatás átterjedésére következtetni lehet. (Az ilyen jellegű következtetésekhez komplex meteorológiai – aerológiai és repülőgépes – mérésekre van szükség.)

Ez a leggyakrabban alkalmazott eljárás, amelynek kitűnő összefoglalása található [6]-ban. A nagyszámú kísérlet, amelynek eredményeit ezzel a módszerrel értékelték, a végcél és az alkalmazott eszközök figyelembe vételével további csoportokra bontható (réteg-, vagy gomolyfelhő-magvasítás, talaj-, vagy repülőgépes generátorok alkalmazása stb.). Az esetek többségében lineáris regressziót alkalmaztak a cél-, és az egy-két, ritkán három kontrollterület csapadékátlagaira. Néha egy, esetenként többféle próba – általában t - és F -próbák – segítségével vizsgálták a kapott eredmények szignifikanciáját [12]. Előfordul, hogy az alapadatokat transzformálják, hogy az így nyert adatok eloszlása a normál eloszláshoz közeli legyen [13]; máskor ettől eltekintenek, mivel az így nyert eredmények interpretációja téves lehet [14], ehelyett a regressziós vonalak ko incidenciáját vizsgálják [15]. Az adatok átalakítása során néha érdekes eredményeket kaptak; például, ha a csapadékmérők adatait az általuk reprezentált terület nagysága szerint súlyozzák, az közelítőleg normál eloszláshoz vezet [12].

A regressziós módszer alkalmazása során végzett statisztikai hipotézisvizsgálatok alapfeltevése általában az, hogy azok az adathalmazok, amelyekből a regressziós görbét számítják, azonos sokaságból származnak. Így például, ha a beavatkozás mentes időszak illetve a magvasítási időszak csapadékaadatai alapján számított regressziós egyeneseket hasonlítják össze, az alapfeltevés az, hogy a magvasításnak nincs hatása és a két egyenes közötti eltérés csupán a véletlen ingadozások következménye. Ha a két egyenes olyan helyzetet foglal el, amely az alapfeltevés helyessége esetén igen valószínűtlen lenne, az alapfeltevést elutasítják és a magvasítás hatásának létezésére következtetnek. E módszer gépies alkalmazása gyakran téves eredményekre vezet, mivel a valóságban az alapul vett adathalmazok általában nemcsak a magvasítás esetleges hatása, hanem más, az eltérő meteorológiai viszonyokban rejlő szisztematikus hatások létezése folytán is különböző sokaságból származóknak tekinthetők. Tulajdonképpen a regressziós módszert csakis olyan esetekben szabadna alkalmazni, amikor a fellépő torzító tényezők (például elsődleges frontok másodlagosakká történő átalakulása az egyik terület fölött, stacionárius front kialakulása stb.) hatása kimutatható és kiszűrhető. E szisztematikus hatások figyelmen kívül hagyásából származó hiba egyesek szerint csekély [16], mások szerint lényeges [14] befolyást gyakorolhat az eredményekre.

3. A „véletlenszerű beavatkozások” módszere. A fejlődés másik irányát az a törekvés határozza meg, amely szerint a valószínűségi törvényeket maximális objektivitással igyekeztek alkalmazni az eredmények értékelésében. Amint már előzőleg is utaltunk rá, felismerték, hogy

a) az értékelő előtt ismeretlen, egyedi okok mindkét irányba eltolhatják a csapadékösszegeket (az értékeléshez általában kiszemelt alapadatokat),

b) az okok egzakt szétválasztása, illetve meghatározása nem (vagy nem mindig) lehetséges. Feltételezve, hogy a csapadékeloszlást deformáló tényezők megfelelően hosszú idő alatt azonos valószínűséggel jelentkeznek az adott területen, kidolgozták az alábbi eljárást.

Az első lépés a beavatkozások feltételeinek rögzítése. (Konkrétan: a felhő-karakterisztikák, a beavatkozási szint hőmérsékleti intervallumának, a magvasítási időegységnek — nap, óra, perc stb. — kiválasztása a kísérletek céljától függően.) E feltételek többé-kevésbé objektív kritérium-csoportot képviselnek, amelyek fennállása esetén a beavatkozás elvégezhető: ez lesz a kísérletek végrehajtásának *szükséges feltétele*. Az *elégéses feltétel*: véletlenszerűen meghatározzák, hogy ebben az esetben beavatkozzanak-e vagy sem. Elegendően sok kísérlet esetén így a „kedvező” eseteknek körülbelül felében hajtanak csak végre felhőmódosítást, és az összehasonlításokat két olyan adathalmazra tudják elvégezni, amelyet a kísérleti eredmények bizonytalanságát okozó — *ismert és nem ismert* — tényezők feltehetően azonos mértékben befolyásolnak. Ekkor a „kedvező”, de a beavatkozás mentes adatok tartoznak a „kontroll-sokaságba” (például [17], [18]).

A véletlenszerű magvasítás módszere lehetőséget nyújt a kísérlet végrehajtójának arra, hogy kiválassza a legkedvezőbb körülményeket anélkül, hogy ezzel sértené a próba objektivitását. Így tulajdonképpen ismereteink hiányosságait igyekszik áthidalni. Ez azonban még nem jelenti azt, hogy a meteorológia jelenlegi leíró jellege képes lenne kihasználni mindazokat az előnyöket, amelyeket e megállapítás tartalmaz. A beavatkozási kritériumok (felhőtípus, időjárási helyzet, instabilitás mértéke, vízgőzkészlet, magvak minősége és koncentrációja stb.) ugyanis csupán bizonyos határok között definiálhatók; emiatt a „kedvező” szituációkat is csak tág határok között tudjuk előre megadni, azokat sem minden esetben. Másképpen kifejezve, jelenleg nem vagyunk képesek arra, hogy a kísérlet kimenetelét befolyásoló minden fő változót belefoglaljunk a teszt hipotézisbe. Ezzel szemben, habár a beavatkozások okozta változások, illetve azok hatása a csapadékképződés természetes folyamatára számos nyílt kérdést tartalmaz, e módszer alkalmazása (amelynek során nem kapunk ugyan választ a nyílt kérdésekre) legalább arányosan szétosztja azokat két, a kiinduló helyzetet tekintve fizikailag-meteorológiailag hasonló sokaságra, amelyeket csak az különböztet meg egymástól, hogy az egyiknél történt beavatkozás, a másiknál viszont nem.

Meg kell jegyeznünk, hogy bár az eljárás kidolgozása lényeges fejlődést jelentett, maga a módszer nem más, mint a „normál százaléká” módszer javított változata. Alkalmazása esetén ugyanis a magvasítás eredményeit csupán a nem megvasított esetek megfelelő százalékában tudjuk kifejezni.

4. A „*véletlenszerű magvasítás — regressziós analízis*” módszer — vagyis a 2. és 3. alattiak kombinációja — már kontrollterületeket is alkalmaz, és ez további finomításként az eljárás érzékenységének növelését eredményezi. Itt is többféle technika alkalmazható. Az egyik, amelynél a cél- és kontrollterületek rögzítettek (például [15], [19]); a másik, gyakoribb eljárás, amikor két vagy több terület közül véletlenszerűen választják ki azt, amelyik felett az időjárás-módosítást végrehajtják (például [20], [21], [22], [23]). A statisztikai értékelésnél gyakran feltételezik, hogy az adatok normális eloszlásúak (vagy transzformációt hajtanak végre a normális eloszlás létrehozására) és paraméteres próbákat alkalmaznak. Ha az eloszlás jellege bizonytalan, nem paraméteres próbákat használnak. A megbízhatóbb eredmények érdekében legalább két, gyakran három, néha 5–6 különböző próbával számolnak. Ez természetes, mivel az egyes próbák a változók különböző tulajdonságait emelik ki és így eltérő eredményekre vezethetnek; ezért célszerű több próbát kombinálni. Leggyakrabban a *t*- és az *F*-próbát, valamint a rendezett mintás próbákat (például Wilcoxon-próba) alkalmazzák.

Az említett kísérletek közül néhány olyat is találunk, amelyek tervezése — a célterület alterületekre bontása és ezek csapadékmennyiségeinek különböző kombinációban történő vizsgálata (például [15]) — kiküszöböli azt a hibát, amelyre szovjet vizsgálatok mutatnak rá, s amely általában jellegzetes a legkülönbözőbb értékelési

módszereknél; nevezetesen azt, hogy a beavatkozások eredményeit az *egész* célterületre vonatkoztatják, holott az esetek többségében annak csak tört része játszik szerepet [24].

Az értékelési módszerek javításának lehetőségei

Az ismert statisztikai eljárások alkalmazása — esetleg továbbfejlesztése — a csapadékkeltési kísérletek eredményeinek értékelésére többé-kevésbé önálló folyamat volt. Konkrétabban, egyéb matematikai módszerekhez hasonlóan a fizikai kiinduló feltételek azonosságával számolt, és elhanyagolta azt a kölcsönhatást, amelynek következményei az eredményekben szükségképpen jelentkeztek. Az eredmények megbízható értékeléséhez azonban soha nem lesz elegendő egy adott (minimális) hibával rendelkező új próba kidolgozása (habár ennek valószínűsége egyébként is csekély) akkor, ha ennek alkalmazása nem párosul azoknak a körülményeknek a lehető leg gondosabb fizikai-meteorológiai leírásával, amelyek között az eljárást alkalmazták. Vagyis, nem hagyhatók figyelmen kívül a természetes csapadékfolyamatok alap- és kényszerfeltételeinek összessége, ami elsősorban a felhőfizikai alapismeretek fejlesztését igényli. Mivel itt számos bizonytalanság merül fel, olyan módszereket kell alkalmaznunk — vagy konstruálnunk — amelyekből a légkör jelenlegi és következő állapotát leíró paraméterek bizonytalanságait kiküszöböltük. Ehhez azonban ismernünk kell a bizonytalanság lehetséges forrásainak jellegét, esetleg relatív fontosságát is. A kérdés ilyenformán visszavezethető a kísérletek tervezésének problémájára, amely már kezdetben eldönti az eredmények ellenőrizhetőségének, összehasonlíthatóságának, sőt értékelésének lehetőségét is. A kísérletek tervezése tehát döntő fontosságú és a matematikus és meteorológus legszorosabb együttműködését igényli.

Az eddigi statisztikai módszerek megbízhatóságának növelése tehát alapjában véve kétféleképpen képzelhető el.

1. Több megfigyelési adat felhalmozásával az idő vagy célszerűbben a térdimenziók növelése útján. Itt a regressziós módszerrel kapcsolatos feltételek (a kontrollterületek kijelölésénél a kölcsönhatás-mentesség és az optimális korrelációs távolság) teljesülésére kell ügyelnünk.

2. Új adattípusok kiválasztása útján vagy oly módon, hogy eddig nem alkalmazott paramétereket keresünk, amelyek megbízhatóan jellemzik a légkör állapotát, vagy úgy, hogy a kérdéses folyamatokat meteorológiai, fizikai alapokon alfolyamatokra bontjuk és ezekre keresünk új változókat, majd a próbákat ezekre alkalmazzuk.

További lehetőség, amely azonban már nem matematikai módszerek alkalmazását is jelenti, a korszerű technikai eszközök, elsősorban az időjárási *radar* bevonása az értékelési munkába.

Fiktív csapadékkeltési kísérletek

A csapadékkeltési kísérletek eredményeinek statisztikai értékelésénél fellépő nehézségek szükségszerűvé teszik a *kísérletek tervezését*. Ezen nemcsak a kísérletek fizikai végrehajtásának előkészítését, hanem a statisztikai értékelésnél felhasználni kívánt eljárások és döntési szabályok kijelölését is értjük. A statisztikai értékelés „becsületességét” (és ezáltal hatékonyságát) ugyanis jelentősen megnövelhetjük, ha az értékelés módját akkor határozzuk meg, amikor a kísérletek számszerű eredményei még nem ismeretesek. A modellalkotáshoz természetesen bizonyos előzetes tapasztalatok szükségesek.

A kísérletek tervezésénél felmerülő egyik alapvető fontosságú probléma annak becslése, hogy a csapadékkeltés feltételezett jellegű és nagyságú hatásának létezéséről *milyen* hosszú kísérletsorozat alapján lehetne nagy valószínűséggel helyes döntést hozni. A csapadékmennyiség várható növekedésének mennyiségi becslése alapján

ugyanis például gazdaságossági számítások végrehajtása válik lehetségessé, amelyek az ipar és a mezőgazdaság különböző területein (víztárolók, vízgyűjtő területek vízhozama, hőgazdálkodás, növények vízigénye, talaj vízkészlete stb.) hajtott haszon becslése segítségével megmutatják, hogy a tervezett kísérletsorozat végrehajtása rentábilis-e. Az alábbiakban e probléma megoldásának egyik reménykeltő lehetőségét mutatjuk be.

A csapadékkeltési kísérletek tervezésében hasznos segédeszközt jelentő módszer a szimuláció egy speciális fajtája (az úgynevezett Monte Carlo-módszer, [25], [26]), amelynek alap gondolata az, hogy fiktív kísérleteket végzünk régebbi évek csapadékadatai vagy elméleti feltételezések alapján. Egy fiktív kísérlet végrehajtása a kiinduló adatsorozat bizonyos, véletlen jellegű eltorzításából áll, amely a beavatkozás hatását imitálja. Ellentétben a valódi kísérletekkel, ahol egy adott időszakaszra és területre vonatkozóan csak egyetlen adatsorozatot kapunk, ugyanabból az adatsorozatból kiindulva elvileg akárhány fiktív kísérlet végezhető el. Ily módon a beavatkozás hatása tetszőleges hosszúságú időszakazon, tapasztalati úton vizsgálható, és ez gyakran lényegesen egyszerűbb, mint a valódi adatok alapján történő elméleti elemzés elvégzése.

A konkrétabb tárgyalásmód céljából a fentebb elmondottakat egy egyszerű modell segítségével illusztráljuk. Tegyük fel, hogy a kontrollterületek száma k , a lehetséges beavatkozási periódusok száma pedig n . Ha az i -edik periódusban ($i = 1, 2, \dots, n$) nem történik beavatkozás, akkor a csapadékmennyiség az $(x_{1i}, \dots, x_{ki}, y_i)$ vektorral jellemezhető, ahol x_{mi} ($m = 1, 2, \dots, k$) az m -edik kontrollterületen, y_i pedig a célterületen észlelt csapadékmennyiséget jelenti. Ezek a mennyiségek a fiktív kísérletek elvégzéséhez szükséges alapadatok. Továbbá, irodalmi utalások alapján feltehető, hogy a magvasítás torzító hatása *multiplikatív* jellegű, azaz az i -edik periódusban történő beavatkozás esetén a célterületen észlelt csapadékmennyiség

$$y_i^*(t_i) = (1 + t_i)y_i,$$

ahol t_i a beavatkozás erejét (torzító hatását) fejezi ki. Az egyszerűség kedvéért legyen

$$t_i = t \quad (i = 1, \dots, n), \quad (1)$$

vagyis a beavatkozás hatását állandónak tételezzük fel. Kérdés: n értékét mekkorának kell választanunk ahhoz, hogy véletlenszerű beavatkozás esetén t erejű beavatkozás létezésére illetve nem létezésére vonatkozóan nagy valószínűséggel helyes döntést hozzassunk.

Egy konkrét fiktív csapadékkeltési kísérlet „elvégzése” a következőképpen történik. Először sorsolás útján két részre osztjuk a lehetséges beavatkozási periódusokat, azaz ezek sorszámait, az $1, 2, \dots, n$ számokat: az egyik indexhalmazba (I_0) kerülnek a „beavatkozás mentes”, a másikba (I_b) pedig a „magvasítási” periódusok sorszámai. A kontrollterületeken lehullott csapadékmennyiségnek a beavatkozás tényétől függetlenül az (x_{1i}, \dots, x_{ki}) adatokat tekintjük, míg a célterületen lehullott csapadékmennyiség y_i , ha $i \in I_0$ (azaz a „beavatkozás mentes” periódusokra vonatkozóan), és $y_i^*(t)$, ha $i \in I_b$.

A fiktív kísérlet eredményének értékelése többféleképpen történhet. Az egyik legcélszerűbbnek látszó módszer a következő. A „beavatkozás mentes” időszak ($i \in I_0$) adatai alapján kiszámítjuk a célterület és a kontrollterületek csapadékhozama közötti regressziós síkot, azaz a legkisebb négyzetek módszerének segítségével meghatározzuk az

$$\tilde{y} = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_kx_k \quad (2)$$

egyenletben szereplő a_0, a_1, \dots, a_k paraméterek értékét. A regressziós síktól való eltérés („véletlen hiba”) szórásnégyzetét az

$$S_0^2 = \frac{1}{n_0 - k - 1} \sum_{i \in I_0} (y_i - \tilde{y}_i)^2 \quad (3)$$

képlettel becsüljük, ahol y_i az i -edik periódushoz tartozó eredményt, \tilde{y}_i a regressziós sík megfelelő pontjának ordinátáját, n_0 pedig a "beavatkozás mentes időszak" periódusainak számát jelenti (a nevezőben — elméleti okokból — a figyelembe vett tagok számának a becsült paraméterek számával kisebbitett értéke áll). Ezután rátérünk a "magvasítási időszak" vizsgálatára; az ide tartozó $y_i (i \in I_b)$ értékek a célterületen beavatkozás nélkül lehullott csapadékmennyiséget jelentik, ezeket az értékeket — a magvasítás hatásának imitálásaként — *mesterségesen eltorzítjuk*. Bevezetjük az

$$S^2(t) = \frac{1}{n - n_{0 \in I_b}} \sum (y_i^*(t) - \tilde{y}_i)^2 =$$

$$= \frac{1}{n - n_0} \left(t^2 \sum_{i \in I_b} y_i^2 + 2t \sum_{i \in I_b} y_i (y_i - \tilde{y}_i) + \sum_{i \in I_b} (y_i - \tilde{y}_i)^2 \right) \quad (4)$$

függvényt, amely a magvasítási időszak fiktív csapadékmennyiségeinek — a beavatkozás mentes időszak adatai alapján számított — regressziós sík körüli ingadozását írja le, "t erejű beavatkozás" mellett (az $\tilde{y}_i (i \in I_b)$ értékek a beavatkozás mentes időszak alapján számított regressziós sík $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki})$ abszcisszájú pontjaihoz tartozó ordináták). Amint az látható, $S^2(t)$ másodfokú görbe, amelynek együtthatói a (2) regressziós sík meghatározása után már könnyen kiszámíthatók. A (3) képletben szereplő S_0^2 és a (4) képletből $t = 0$ helyettesítéssel kapott $S^2(0)$ értékek általában különbözőek, de nem térnek el sokkal egymástól; egy „valódi” kísérletsorozat esetén a kísérleti eredményekből S_0^2 és $S^2(t)$ értékét numerikusan meg tudnánk határozni anélkül, hogy t értékét ismernénk. (Az $i \in I_b$ esetben ugyanis nem ismernénk az y_i értékeket, mert csak az $y_i^*(t)$ értékeket (a beavatkozás utáni csapadékmennyiségeket) tudnánk mérni. A $t = 0$ (illetve a $t > 0$) hipotézis vizsgálatát a két számított mennyiség összehasonlításával, például a

$$T_t = [S^2(t)/S_0^2]^{1/2}$$

számérték alapján végezhetjük; a fentebb említettek értelmében ugyanis a beavatkozás teljes hatástalansága ($t = 0$) esetén T_t értéke nagy valószínűséggel körülbelül egységnyi lenne, ezért ha T_t értéke elég nagy, bizonyul, joggal következtethetünk a beavatkozás hatásos voltára. (A matematikai statisztikai alapismereteket illetően utalunk a [27] könyvre).

Egy fiktív kísérlet megismétlésénél ugyanazon $(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}, y_i)$ adatokból indulunk ki ($i = 1, 2, \dots, n$), de ezeket a vektorokat (periódusokat) új sorsolással osztjuk két csoportba; így tehát I_0 és I_b kísérletről-kísérletre véletlenszerűen változik. Minden egyes fiktív kísérlet eredményeképpen t minden vizsgálni kívánt értéke mellett egy-egy mintaelemet, az egész fiktív kísérletsorozat eredményeképpen pedig egy-egy tapasztalati eloszlást kapunk a T_t változóra vonatkozóan. Ezek segítségével megszerkeszthetők a kívánt próbák. Az eredetileg feltett kérdés megválaszolásához több, (n különböző értékei mellett végrehajtott) fiktív kísérletsorozat szükséges.

A szimulációs eljárás meglehetősen számolásigényes, de elektronikus számológépeken könnyen realizálható. Megjegyezzük, hogy a modell esetleges bonyolultabbá tétele a számításnak főleg mennyiségi oldalát érinti; így például, ha (1) helyett azt tesszük fel, hogy a beavatkozás hatása ismert eloszlású valószínűségi változó, akkor a t_i számokat — ezen eloszlásnak megfelelően — ki kell sorsolnunk. Ugyanakkor az adott problémakörrel kapcsolatos elméleti számítások (például T_t eloszlásának kiszámítása) már a legegyszerűbb feltételezések mellett is igen komoly nehézségekbe ütköznek, amelyek a modell bonyolultabbá tétele esetén ugrásszerűen növekedhetnek.

A feladat bizonyos bonyolultsági fokán túl tehát a szimuláció látszik az egyetlen célra vezető matematikai eszköznek.

Kizárólag módszertani célból, konkrét példát dolgoztunk ki. Célerületnek Fegyvernek, kontrollterületnek Jászberény, Szentés és Kaba 20 km sugarú körzetét választottuk. Kiinduló adatokként az 1936–40-es évekből származó havi csapadékmennyiségeket használtuk fel. Csak a téli hónapokat vettük figyelembe, és ezeket véletlenszerűen két egyforma csoportba osztottuk. Esetünkben tehát $k = 3$, $n = 30$, $n_0 = 15$ volt. Mindössze három fiktív kísérletet hajtottunk végre; ezek eredményét

I. TÁBLÁZAT

t	T_t		
	1. kísérlet	2. kísérlet	3. kísérlet
0,0	0,98	0,99	1,16
0,1	1,56	1,50	1,60
0,2	2,47	2,43	2,41
0,3	3,46	3,46	3,33

az I. táblázat tartalmazza. Három kísérlet eredményéből természetesen nem vonható le messzemenő következtetés, úgy tűnik azonban, hogy a $t = 0,2$ (sőt, a $t = 0,1$) értékhez tartozó T_t mennyiségek elég jól elkülönülnek a $t = 0$ értékhez tartozó T_t mennyiségektől (ez azt jelenti, hogy az alapul vett körülmények között a magvasítás 10–20%-os csapadéknövelő hatása nagy valószínűséggel kimutatható lenne). Jó statisztikai próba megszerkesztéséhez néhány tucat kísérlet végrehajtása látszik szükségesnek.

IRODALOM

[1] Schaefer, V.: The production of ice crystals in a cloud of supercooled water droplets, *Science*, 1946, 104, 457.
 [2] Vonnegut, B.: The nucleation of ice formation by silver iodide, *J. Appl. Phys.* 1947, 18, 593.
 [3] Bacsó N.: Magyarország éghajlata, Akadémiai Kiadó, Bp. 1959.
 [4] Bálint Gy.: A jégeső és mezőgazdaságunk jégkárjai, *Kandidátusi értekezés*, Budapest, 1967.
 [5] Görög H.—Rovó A.: Eljárás mesterséges eső előidézésére, *Időjárás*, 1938, 1–2.
 [6] Final report of the Advisory Committee on weather control, Washington D. C., 1957, Vol. I.
 [7] Weather and climate modification; problems and prospects, Washington D. C., 1966, Vol. I.
 [8] Aujeszký L.: A mesterséges esőkeltés kérdésének mai állása, *Időjárás*, 1949, 3–4, 89.
 [9] Aujeszký L.: Az időjárás mesterséges befolyásolásának új lehetőségei, *Időjárás*, 1951, 5–6, 125.
 [10] Aujeszký L.—Dési F.: Természetes és mesterséges eső, OMI kis kiadványai, 1954, 5. 96.
 [11] Mason, B. J.: The physics of clouds, Clarendon press, Oxford, 1957, 481.
 [12] Elliot, R. D.—Strickler, R. F.: Analysis of results of a group of cloud seeding projects in Pacific slope watershed areas, *Bull. Amer. Met. Soc.*, 1954, 35, 171.
 [13] Bollay, E.: Methods and results of large scale applications of cloud seeding in the Western United States, *Archiv für Met.* A. 8, 1955, 299.
 [14] Neyman, J.—Scott, E.—L.—Vasilevskis, M.: Statistical evaluation of the Santa Barbara randomized cloud seeding experiment, *Bull. Am. Met. Soc.*, 1960, 41, 531.
 [15] Dennis, A. S.—Krieger, D. F.: Results of ten years of cloud seeding in Santa Clara Countra, California, *J. Appl. Met.* 1966, 5, 684.
 [16] Thom, H. C. S.: A statistical method of evaluation augmentation of precipitation by cloud seeding, Final report of the Advisory Committee on weather control, 1957, Vol. II., 5.
 [17] Battan, L.—Kassander, A.: Evaluation of effectes of airborne silver iodide seeding of convective clouds, Sci. Report No. 18., Inst. of Atm. Phys. Univ. of Arizona, 1962.
 [18] Braham, R. R.: Project Whitetop — a five-year randomized cloud seeding study, Conf. on Cloud Physics and Severe Storms, Reno, Nevada, 1965.
 [19] Silveo, P., et al.: Twelve years of cloud seeding in the Nexaca watershed, Mexico, *J. Appl. Met.*, 1963, 2, 311.
 [20] Adderley, E. E.: Analysis of cloud seeding trials in Australia, I. U. G. G., Monographs, 1961, 16, 77.
 [21] Smith, E. J. et al.: A cloud seeding experiment in South Australia, *J. Appl. Met.*, 1963, 2, 565.
 [22] Godson, W. L. et al.: Silver iodide cloud seeding by aircraft in Western Quebec, Canada, 1959–63, Intern. Conf. on Cloud Physics, Tokyo-Sapporo, 1965, 424.
 [23] Gabriel, K. R.: L'expérience de pluie provoquée en Israel, Quelques resultats partiels, *J. Rech. Atmos.*, 1965, 2, 1.
 [24] Prihotyko, G. F.: Iszkustvennije osadki iz konvektivnih oblakov, *Gidrometizdat*, Leningrad, 1968.
 [25] Srejtger, Ju. A. (szerk.): Monte Carlo-módszer, *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest, 1965.
 [26] Bánkői Gy.: A Monte Carlo-módszer, *Magyar Tudomány*, 1966, 7–8, 430.
 [27] Vincze I.: Matematikai statisztika ipari alkalmazásokkal, *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest, 1968.

A népgazdaság távprognosztikai igényei

Demands of the national economy for long-range forecasts. (Summary) Long-range forecasts have been prepared since 1946 by the Central Institute of Meteorology. Recently the authors investigated the demands of the national economy for long-range forecasts, by sending questionnaires to subscribers, mostly to people of agriculture and industry. The greatest interest appeared in predictions of temperature, precipitation, wind speed and cloudiness, mainly in the months of March, May and October.

*

A Központi Meteorológiai Intézet 1946 óta ad ki rendszeresen félhavi előrejelzéseket. 1968 végén felmérést végeztünk arról, hogy ezeknek az előrejelzéseknek hány előfizetője van, és az előfizetők hogyan oszlanak meg a különböző népgazdasági ágak szerint. Bár az előfizetők száma hónapról hónapra változik, mégis úgy véljük, ez a változás nem olyan nagy, hogy az 1968 novemberi adatokat ne tekinthetnénk jellemzőknek.

Az említett felmérés szerint a félhavi előrejelzéseket 755 előfizető 822 példányban igényli. A főbb népgazdasági ágak szerint következő a megoszlás:

1. Mezőgazdasági termelő üzemek (Mg. T. Sz., Áll. Gazd., Kertészet, Halászat stb.)	320	42,5%
2. Ipar (élelmezési, nehézipari stb.)	87	11,5%
3. Építőipar	85	11,2%
4. Kereskedelem és szállítás	65	8,6%
5. Kutató és tanintézmények	56	7,4%
6. Vízgazdálkodás	40	5,3%
7. Mezőgazdasági irányítószervek (tanácsok, bankok stb.)	40	5,3%
8. Közönségszolgálat (Szállodák, gyógyintézetek stb.)	10	1,3%
9. Sport	3	0,4%

10. Egyéb (egyéni előfizetők tiszteletpéldányok stb.)

49 6,5%

Összesen

755 100,0%

A fenti adatok csak tájékoztató jellegűek, az igénylőkre, nem pedig az igényekre vonatkoznak, és a formai információ túl sok fontos kérdésre nem adnak felvilágosítást. Mint később látni fogjuk, a tisztán formai adatok bizonyos tekintetben félrevezetők is lehetnek. Ezért 1969 januárban további, mélyrehatóbb felmérést végeztünk, oly módon, hogy valamennyi előfizetőnknek kérdőívet küldtünk. A kérdőívek közül mindössze 307 kitöltött példányt kaptunk vissza. Így részletesebb elemzésünket erre a 307 esetre végeztük el.

A kérdőív a következő kérdéseket tartalmazta:

a) a kéthetes előrejelzéseken kívül 3—5 napos, ún. középtávú előrejelzéseket tudna-e a megkérdezett munkájában hasznosítani;

b) mely időjárás elem 3—5 napos előrejelzése lenne legfontosabb a megkérdezett szempontjából;

c) az év mely hónapjaiban lenne erre szüksége.

Első kérdésünkre 231 „igen” és 76 „nem” válasz érkezett. Az arány tehát 75% igen, 25% nem.

Arra a kérdésre, hogy melyik időjárás elem előrejelzését tudják leginkább felhasználni, az érdeklődés a következőképpen oszlott meg:

1. Hőmérséklet ezen belül;	98%
a) talajmenti fagy	66%
b) minimum hőm.	63%
c) fagy	61%
d) maximum hőm.	44%
e) napi középhőmérséklet	33%

2. Csapadék	92%
3. Szélsébség	38%
4. Felhőzet	16%
5. Jégeső, zivatar	6%
6. Relatív nedvesség	5%
7. Napfénytartam	4%
8. Köd	2%
9. Hófúvás	2%
10. Hóolvadás	2%
11. Szélirány	1%
12. Zúzmara	1%
13. Csapadék > 30 mm	1%
14. Légnymás	1%

Amennyire nem meglepő, hogy a legnagyobb érdeklődés a hőmérséklet és a csapadék előrejelzése iránt mutatkozott, annyira örvendetes, hogy a középtávú előrejelzési módszerek leginkább ezen két időjárási elem előrejelzését teszik lehetővé. A többi időjárási elem közül csupán a szélsébség és a felhőzet előrejelzése iránt van számottevő igény.

A felsorolásban nem szereplő egyéb igények közül megemlítjük azt, hogy a válaszadók 3%-a szeretne országgrészenként megadott előrejelzést, és kb. 1,5%-a érdeklődik a prognózisok megbízhatósága iránt.

Végül megkíséreltük megállapítani, hogy a középtávú előrejelzések iránti igények hogyan oszlanak meg az év folyamán. Célserű volt itt különválasztva tárgyalni a mezőgazdasági üzemek igényeit az egyéb igényektől, tekintettel a mezőgazdaság megkülönböztetett helyzetére (szezonalis munkák). Vizsgálatunk eredményeit az alábbi táblázat mutatja, amely megadja, hogy az egyes hónapokra az előfizetők hány százaléka kért prognózist:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Mezőgazd. %	11	15	46	71	91	78	75	69	67	68	34	14
Egyéb %	56	61	70	65	64	56	56	55	57	68	64	60

Míg a mezőgazdaság igényei határozott évi menetet mutatnak májusi maximummal, valamint éles különbséggel a nyári és téli félév között, a népgazdaság

egyéb ágainak előrejelzésigénye elég egyenletes eloszlású az év folyamán egy-egy relatív maximummal márciusban és októberben. A kapott adatok értelmezése elég egyszerűnek látszik: A májusi megnövekedett prognózis-igény a mezőgazdaság részéről a tavaszi fagyokkal áll összefüggésben. Az egyébként jelentkező márciusi és októberi relatív maximum pedig a fűtési szezon végén és kezdetén jelentkező fokozottabb érdeklődéssel hozható kapcsolatba.

Jelen vizsgálatunknak kettős célja volt. Az első és közvetlen célunk az volt, hogy megismerjük a népgazdasági igényeket, közelebb kerüljünk előfizetőinkhez, hogy kutatásainkat és prognózisainkat lehetőség szerint összhangba hozzuk az igényekkel. A második, távolabbi célunk pedig az, hogy néhány intézmény segítségével becslést végezzünk a prognózisok gazdasági hasznának (vagy kárának) megállapítására.

Az előfizetőinkkel kialakult közvetlenebb kapcsolat egyik eredménye az volt, hogy megállapodásokat kötöttünk 3–5 napra szóló, középtávú előrejelzések szolgáltatására. A várakozással ellentétben, a megállapodásokat csaknem kizárólag *nem* mezőgazdasági termelő üzemekkel kötöttük, bár ezek félhavi előrejelzéseink előfizetőinek 42,5%-át teszik ki, valamint a beérkezett kérdőívek alapján is nagy érdeklődésre számíthatunk részükről.

Ennek okát kutatva a következő lehetséges magyarázatokra gondolhatunk. Egyrészt az iparban, építőiparban, kereskedelemben az időjárási károk elleni védekezés sokkal szervezettebb, sokkal nagyobb a lehetőség, hogy a rendelkezésre álló prognózis alapján intézkedhessenek a várható károk elhárítása érdekében, mint a mezőgazdaságban. Másrészt a mezőgazdaságban az időjárási károk ellen meglehetősen nagyfokú a biztosítás. A mezőgazdasági előfizetők számának növekedését gátolja jelenleg, hogy a 3–5 napos előrejelzéseket telex vagy telefon összeköttetés hiányában számos helyre nem tudjuk időben eljuttatni.

Néhány megjegyzés a zivatarok intenzitása és a légoszlop instabilitási energiája közötti kapcsolathoz

Some remarks on the relation between thunderstorm severity and the degree of potential instability (Summary). Recent investigations on the frequency of lightning discharges and its relation to the instability energy of thunderstorms show that severe thunderstorms are not necessarily accompanied by an extreme degree of potential instability [5]. In the present paper the presence and horizontal extent of the activating mechanism required for the realization of potential instability is emphasized.

*

A közelmúltban jelent meg az *Időjárás* hasábjain *Ventura* tanulmánya [5], amelyben a budapesti ötesatornás villámszámláló-berendezés mérései alapján jellemzi a zivatarok elektromos tevékenységét. Megállapítása szerint a zivatarok az 50 km-es sugarú körzetben megfigyelt talajkiszülések számát tekintve három kategóriába sorolhatók: az elektromos tevékenység szempontjából gyenge zivatarokat 1–25, a mérsékelt intenzitású zivatarokat 26–100, az erős zivatarokat pedig százon felüli talajvillám kíséri. Erre az osztályozásra és a *Showalter*-féle stabilitási indexre (SSI) alapozva, a szerző vizsgálja a zivatarok intenzitása és a légoszlop potenciális instabilitásának foka közötti kapcsolatot, és arra az eredményre jut, hogy

- a) gyenge zivatarok mérsékeltén stabilis és erősen labilis légoszlopban egyaránt fölléphetnek,
- b) az erős zivatarok kitüntetten azokban az esetekben alakulnak ki, amikor az SSI értéke -2 és $+2$ között van,
- c) a szélsőségesen nagyfokú potenciális instabilitás eseteiben a zivatarok elektromos tevékenysége általában gyenge.

A dolgozat végkövetkeztetése az, hogy „a labilitás mértéke befolyással van a zivatarok elektromos tevékenységének erősségére,

de önmagában véve nem meghatározó jelentőségű”.

Ezeket a hagyományos elképzelésekkel szöges ellentétben álló megállapításokat két körülmény cáfolhatná:

1. Ha a *Showalter*-féle stabilitási index nem megfelelő indikátora a légoszlop potenciális instabilitásának és ezen keresztül a zivatar labilitási energiájának, vagy
2. Ha az elektromos tevékenység nem megfelelő indikátora a konvekció erősségének.

Bizonyos esetekben mindkét körülmény előfordulhat. Ha a talajközeli nedves réteg függélyes kiterjedése nem éri el a 850 mb-os szintet, vagy a 850 és az 500 mb közötti rétegben valahol számottevő inverzió van jelen, az SSI félrevezető információt adhat, emellett nem mond semmit a felső troposzféra hidrosztatikai állapotára vonatkozóan. Általánosságban azonban — ezt számos vizsgálat igazolja — a *Showalter*-index alapján helyesen mérlegelhetjük az instabilis függélyes tömegelrendeződés által képviselt potenciális energia mennyiségét. Gyakoribb eset, hogy a heves konvektív esőzést nem kísérik makroméretű elektromos kiszülések, illetve, hogy kisméretű és csak kevés csapadékot adó zivatarcellák olykor meglepően nagyfokú elektromos tevékenységet mutatnak. Ezt a (feltételezhetően mikrofizikai okokkal is kapcsolatban álló) körülményt *Ventura* dolgozatának 4. ábrája is szépen tükrözi, általánosságban azonban mégis az a helyzet, hogy az elektromos tevékenységet tekintve erős zivatarok nagyobb csapadékhozamokat eredményeznek, azaz intenzívebb vertikális tömegátvitel folyamataira utalnak.

A konvekció klasszikus részecskeelmélete szerint áthatoló cumulonimbus-tornyok megjelenésére kell számítani minden olyan esetben, amikor a troposzféra vastag rétegében feltételes instabilitás

van jelen, mégpedig annál nagyobb valószínűséggel, minél nagyobb a termodinamikai diagramon mért „pozitív terület”. Érdekes módon erre a klasszikus elképzelésre a halálos ítéletet éppen a konvektív jelenségek igazi hazájában, a trópusokon végzett megfigyelések alapján mondták ki. A trópusi troposzféra 900 és 200 mb közötti rétegében a közepes vertikális hőmérsékleti gradiens $6,6^{\circ}/\text{km}$, azaz 10%-kal nagyobb a nedves-adiabatikus gradiensnél. Ezért régen úgy képzelték, hogy a trópusi konvekció véletlen elrendeződésben, állandóan képződő izolált zivatarfelhők formájában jelentkezik. Ezzel szemben ahogy szaporodtak a trópusi szinoptikus megfigyelések, úgy vált mind világosabbá, hogy az alacsony földrajzi szélességek cumulonimbus-felhői és szignifikáns csapadékszónái teljes mértékben az ún. trópusi diszturbációkat kísérő alacsonyszintű konvergencia-területekhez kapcsolódnak, s azokon belül igen rendezett formában jelennek meg [2].

Ennél is meglepőbbek azok a megállapítások, amelyek szerint fordított kapcsolatot áll fenn az instabilitás foka és a trópusi cumulonimbus-felhők kialakulása között. Erre vonatkozóan e helyen csak két kiragadott példát említünk. *Riehl* szerint a vertikális hőmérsékleti gradiensnek a nedves-adiabatikus értéken túlravaló növekedése — kivéve a talajközeli légréteget — nem utal a zivatarok kifejlődésének nagyobb valószínűségére. Egyébként kedvező feltételek esetén önmagában az a tény, hogy a vertikális hőmérsékleti gradiens csak kis mértékben haladja meg a nedves-adiabatikus értéket, nem tekinthető a zivatarképződés akadályaként [3]. *Malkus* a National Hurricane Research Project méréseit elemezve pedig a következőket írja: E mérések „azt a meglehetősen eredményt tükrözik, hogy a hurrikánban, az ismereteink szerint legaktívabb cumulonimbus-keltő rendszerben, a hidrosztatikai stabilitás foka 25%-kal nagyobb, mint a trópusi óceánok azon átlagos körülményei között, amelyekben egyáltalában nem is alakul ki áthatoló konvekció, sőt, a troposzféra nagy részében a közepes

vertikális hőmérsékleti gradiens éppen csak a nedves-adiabatikus értékkel egyezik meg, míg az átlagos trópusi gradiens 10%-kal haladja meg azt!” [1].

E megállapítások tükrében *Ventura* eredményei arra engednek következtetni, hogy a mérsékelt szélességek konvektív aktivitását is hasonló feltételek jellemzik. Hogyan illeszthető mármost bele ez a kép jelenlegi ismereteink kereteibe?

Mindenekelőtt azt kell hangsúlyoznunk, hogy az alsó szintek magas vízgőztartalma elsősorban a nagy konvekciós rendszerek kialakulásának elengedhetetlen feltétele. Ámde a légkör, *Riehl* szavaival élve, megnövekedő stabilitással fizet nedvességének feltöltéséért; a közel száraz-adiabatikus rétegzettségű légkör feltételezhetően nagyon száraz. A nedves réteg kialakulásához az szükséges, hogy azt felülről stabilis hőmérsékleti rétegződés zárja le, megakadályozva a vízgőz makro-skálájú vertikális átvitelét a magasabb szintekre.

A probléma lényegéhez a konvekció irodalmában manapság gyakran szereplő *kritikus méret* és *védett mag* fogalmak közelebbi megvilágítása vezet el. Ismert tény, hogy a legtöbb cumulus-felhő hőmérséklete és cseppfolyós víztartalma lényegesen alacsonyabb annál az értéknél, amelyet a konvekció klasszikus izolált levegőrészecske modellje szolgáltat, és a szárazabb környezeti levegővel való keveredés következtében előálló felhajtóerő-redukció miatt a konvekciós elemek útja már jóval a szabad konvekció rétegének felső határa alatt véget ér. Olykor azonban megfigyelhetők olyan cumulonimbus-tornyok, amelyek meglepően nagy csúcsmagasságot érnek el: gyakran a sztratoszférikus rétegekbe is mélyen behatolnak, ahol hőmérsékletük feltételezhetően már 20–30 fokkal is hidegebb a környezetnél. A megfigyelések szerint ezek a cumulonimbus-felhők minden esetben nagy horizontális átmérővel rendelkeznek, s ez a tapasztalat vezetett el a *kritikus méret* fogalmához. Eszerint a bizonyos értéknél nagyobb átmérőjű felhőknek létezik egy olyan belső *védett magja*, amely a felhő növekedése során

gyáltalában nem kerül érintkezésbe a környezeti levegővel, azzal nem keveredik, azaz olyan mértékű vertikális gyorsulásra tehet szert, hogy végül is számottevő távolsággal túlfut az egyensúlyi szintjén. Ezt az empirikus következtetést a konvekciós mozgások buborék-modelljének és a környezettel keveredő jet-modelljének egyaránt elméletileg is sikerült igazolnia.

A vázolt koncepció tükrében *a hatalmas cumulonimbus-tornyok kialakulásának problémája csaknem kizárólag egyetlen feltételre, a konvekciós elem méretének kérdésére redukálódik.* De milyen feltétel határozza meg a konvekciós elem méretét? Erre a választ a részecske-módszer során is már alkalmazott fogalom, az *indító impulzus* elemzésével adhatjuk meg. A latens formában jelen levő hidrosztatikai instabilitás felszabadulását eredményező indító impulzus (gyakran használt másik nevén: trigger-hatás) horizontális mérete az, amely a konvektív felhő vízszintes kiterjedését meghatározza. A klasszikus elmélet keretein belül az *indító impulzusnak csak a függőleges mérete* volt érdekes, tehát az, hogy az emelkedésre kényszerített levegőrészecske elér-e a szabad konvekció szintjét. Mai elképzeléseink szerint ugyanilyen súllyal jön számításba az *impulzus horizontális mérete*, mivel ez dönti el, hogy a konvektív felhő elér-e a nagy zivatarfelhők kialakulásához szükséges kritikus átmérőt. Ha a troposzférában az alsó szintektől kiindulva szélsőségesen nagy az instabilitás, a talajközeli nedves réteg nem képes létrejönni, mivel már kis impulzusok is elegendők a labilitási energia aktiválására, s ezek hamar megindítják a konvektív cirkulációkat. E cirkulációk felszálló ágaiiban kisméretű, a környezettel gyorsan keveredő felhők képződnek, a konvektív aktivitás rendszerint nem is ér el magas fokot. Ha azonban az alsó réteget inverzió zárja le, csak nagyobb vízszintes és függőleges méretű

trigger képes a konvektív cirkulációt megindítani, s annak hevesége az elmondottak értelmében kisebb fokú labilitás (a nedves-adiabatikus értékhez esetleg egészen közel álló rétegződés) esetén is nagyobb lehet.

A vázolt elképzelések szellemében ma már a zivatar-tevékenység előrejelzési módszereiben is egyre nagyobb súlyt fektetnek a trigger-hatás analízisére. Jelenleg folyamatban levő vizsgálataink [4] szintén arra mutatnak, hogy nagy konvekciós rendszerek előrejelzése a főszintek nedvességi viszonyainak és a labilizáló-dás folyamatának analízisén kívül azoknak a hatásoknak a felderítését is megköveteli, amelyek alkalmas indító impulzusként szerepelhetnek. Ilyenformán pl. elengedhetetlennek tűnik a troposzféra különböző szintjein mind a divergencia, mind az örvényesség mezejének, ill. e mezők átalakulási tendenciáinak ismerete. E kinematikai mennyiségek előállítására igen munkaigényes, de elméletileg megalapozott remény, hogy a fejlettebb módszereknek az elektronikus számítógéppel rendelkező prognózis-szolgálatba történő bevezetésével javulni fog a konvektív folyamatok várható alakulásának előrejelzése.

IRODALOM

- [1] *Malkus, J. S.*: Recent developments in studies of penetrative convection and an application to hurricane cumulonimbus towers. *Cumulus Dynamics* (Ed.: *C. E. Anderson*), pp. 65. Pergamon Press, Oxford, 1960.
- [2] *Riehl, H.*: On the role of the tropics in the general circulation of the atmosphere. *Tellus*, 2. 1. 1950.
- [3] *Riehl, H.*: *Tropical Meteorology*. McGraw-Hill Book Comp., New York, 1954.
- [4] *Szalay G. — Götz G.*: Számítógépes módszer a konvektív folyamatok környezeti feltételeinek objektív analízisére. (Megjelent az *Időjárásban*.)
- [5] *Ventura E.*: A villámok gyakorisága és kapcsolatuk a zivatarok labilitási energiájával. *Időjárás*, 73. 175. 1969.

A valódi havi középhőmérsékletek megközelítése a napi szélsőértékekből

Approximation of the actual monthly mean temperatures from daily extremes (Summary). Since 1 January 1966 observations are made at 00, 06, 12 and 18 GMT, i.e. at the main synoptic times (instead of 7, 14 and 21), by the Hungarian climatological stations. However, since at the greater part of the climatological stations the non-professional observers cannot be obliged to carry out the observation at 00, so the observations are made by these stations merely at 7, 13 and 19 zone time. From the analysis of the data it has been found that the mean temperatures computed from temperatures observed in zone times show a greater deviation from the actual mean than those computed from the mean value of the daily maxima and minima. For this reason the authors, on the basis of 10 year thermograph data of 6 stations and 5 year data of 15 stations determined the correction factors required to the conversion of monthly mean values, computed from daily extremes, to actual monthly means. (Table III).

*

A napi periódusú elemeknél, így elsősorban a hőmérsékletnél, az észlelések kezdete óta probléma a középérték meghatározása, mivel a megfigyelés (rendszerint napi három észlelés) mindenkor csak bizonyos véletlenszerű mintavételt szolgáltatót.

Az öniró műszerek szélesebbkörű elterjedésével ez a nehézség kiküszöbölődik, hisz például a termográf által szolgáltatott regisztrátum vonal egyszerre mind a $T = f(t)$ függvény görbáját adja, amelyből a t_1 és t_2 időpontok közötti arithmetikai közép a

$$\bar{T} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt \quad (1)$$

határozott integrál által definiált. Az (1) alatti T átlagot a vonatkozási időszak valódi közepének nevezzük. Az integrál a gyakorlatban 24 órás időszak esetén ki elégítő pontossággal helyettesíthető az óránkénti hőmérsékleti értékek összegével, ezért a

$$\bar{T} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} T \quad (2)$$

kifejezést azonosnak tekintjük (1)-gyel.

Miután a Föld különböző államaiban különböző észlelési órákat alkalmaznak, a Meteorológiai Világszervezet előírta, hogy a regionális összevetés érdekében minden közzétett hőmérsékleti havi átlagot a valódi középére kell redukálni.

A nap minden órájában észlelő, vagy termográfval rendelkező állomások száma Magyarországon jelenleg az összes éghajlati állomásoknak egy negyedét sem teszi ki. Az észlelések kezdete óta 1965 december 31-ig az ország területén levő éghajlati állomásokon helyi középideőben 07, 14, 21 óraker végeztek a megfigyeléseket. E mintavétellel nyert hőmérsékleti adatokból levezetett arithmetikai közepet, s Róma már 1902-ben megállapította, hogy a kettő közötti eltérés havi átlagok esetén csak néhány tized fokot tesz ki [1]. Az általa Bécs, Budapest, Krakó és Ógyalla 5–25 évi termográf adatai alapján meghatározott átlagos havi korrekciókat használták hazánkban a 7–14–21 terminusészlelésekből származó havi közepet valódi középére való visszavezetéséhez.

Időközben szüksége mutatkozott annak, hogy a klimatológiai terminusokat egyeztessék a fő szinoptikus terminusokkal (00–06–12–18 GMT). Ezért a Magyar Meteorológiai Szolgálatban 1966. január 1-től áttértek e szinoptikus terminusoknak megfelelő, zónaidőben 1–7–13–19 óraker történő észlelésekre [2]. Éghajlati megfigyelő állomásaink többségén azonban a társadalmi észlelők miatt nincsen lehetőség az éjjeli 1 órai mérések elvégzésére, így ezeken a helyeken az új terminusok bevezetése óta csak naponta háromszor: 7, 13, és 19 óraker észlelnek.

Hajósy és Takács Budapest 45 évi termográf-anyaga alapján megállapították a 7–13–19 terminuskombináció redukciós tényezőjét [3]. Az alábbi értékeket nyerték:

I. II. III. IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII. Év.
 -0,33 -0,43 -0,44 -0,76 -1,06 -1,16 -1,18 -0,94 -0,65 -0,37 -0,18 -0,17 -0,64

Ezen adatokból kiderült, hogy a terminus közepek – főként a nyári hónapokban – a megengedettnél jóval nagyobb korrekcióval redukálhatók valódi közepekre, s e kombinációk alapján a valódi közép visszanyerése meglehetősen illuzorikusnak tűnik. Ugyancsak az idézett [3] tanulmány mutatott rá arra is, hogy a napi nyolcszori, 1–4–7–10–13–16–19–22 órákor végzett észlelésekből számított havi középhőmérsékletek már csak 1 tized foknál kisebb mértékben térnek el a valódi közepektől. Ezért hivatásos

ráf sorral rendelkező állomásunkról összevetettük a (2) szerint nyert valódi közepeket a Max + Min/2 alapján számított közepekkel. Számításainkat két lépésben végeztük el: 1. 6 állomásra 10 évi anyag alapján határoztuk meg a korrekciókat (*I. táblázat*), 2. 15 állomásra 5 évi anyag segítségével vezettük le a redukciós tényezőket (*II. táblázat*). A táblázatokból kitűnik, hogy a korrekciók évi menete kettős hullámot mutat októberi és márciusi csúccsal, januári és májustól júliusig húzódo minimummal. A kettős

I. TÁBLÁZAT

(Max + Min)/2 — valódi közép 1958–1967

Állomás	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.	Év
Miskolc	0,10	0,18	0,24	0,10	0,01	0,14	0,07	0,33	0,58	0,69	0,35	0,01	0,22
Szombathely	0,21	0,37	0,28	0,20	0,14	0,21	0,10	0,28	0,41	0,47	0,29	0,16	0,25
Budapest OMI	0,17	0,21	0,29	0,25	0,20	0,25	0,28	0,34	0,50	0,56	0,21	0,15	0,29
Debrecen E.	-0,09	0,00	0,22	-0,08	-0,12	0,15	0,01	0,11	0,35	0,55	0,20	0,01	0,10
Pécs - Reptér	0,07	0,17	0,25	0,18	0,09	0,02	0,06	0,15	0,17	0,35	0,21	0,09	0,14
Szeged - Reptér	0,08	0,29	0,24	0,20	0,07	-0,03	0,05	0,05	0,15	0,52	0,41	0,20	0,13

észlelőkkel működő szinoptikus állomásainkon, ahol a fenti időpontokban rendszeres megfigyelések történnek, a napi nyolcszori feljegyzésből számított hőmérsékleti közepet azonosnak tekinthetjük a valódi középvel, redukciót nem alkalmazunk.

Ismeretes, hogy több államban (pl. az USA-ban is) a középhőmérsékletet a maximum és minimum alapján számítják. Ez az eljárás szabályos periodikus menet (sinusgörbe) esetén a valódi közepet szolgáltatja, ha azonban a hőmérséklet napi járása torzított sinus hullám – miként az a valóságban tapasztalható – korrekció alkalmazását követeli meg. Ez azonban korántsem olyan nagymérvű, ahogyan az a továbbiakból kitűnik, mint a 7–13–19 órakombinációk esetén. A hőmérséklet valódi havi közepének előállításához célszerűbb tehát, ha a Max + Min/2 szerint számított közepekhez szükséges korrekciókat határozzuk meg. Ennek érdekében az összes legalább 5 évi feldolgozott termog-

hullám oka a hőmérséklet napi járásának azon sajátossága, hogy az átmeneti érszakban mutatkozik a hőmérséklet értékeinek a valódi középhez viszonyított leginkább aszimmetrikus eloszlása: ekkor a valódi közép fölé emelkedő időtartam rövidebb, s a pozitív eltérések nagyobbak mint a nap folyamán hosszabb ideig tartó negatív eltérések. Így például Budapest 45 évi termográf anyagából kitűnik, hogy szeptemberben és októberben a legmelegebb óra átlagos hőmérséklete +5,38, ill. +4,30 fokkal tér el a valódi napi közepétől, szemben a leghidegebb órák -4,47, ill. -3,19 fokos eltéréssel. Márciusban a megfelelő értékek +3,92, ill. -3,13 fok, míg májustól júliusig rendre +4,51 és -4,09, +4,46 és -4,56, végül +4,84 és -4,88 fokot tesznek ki.

Az I. és II. táblázat adataiból kiderül, hogy az egyes állomásokon a korrekciók évi menete azonosan alakul, az állomások közötti eltéréseknek regionális rendszerük nincsen, hanem azt a megfigyelőhelyek közvetlen környezetének helyi

II. TÁBLÁZAT

(Max + Min)/2 — valódi közép 1963—1967

Állomás	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.	Év
Miskolc	-0,08	0,20	0,30	0,14	0,08	0,22	0,18	0,44	0,76	0,76	0,38	0,02	0,20
Sopron	0,10	0,18	0,26	0,26	0,16	0,06	0,16	0,24	0,40	0,42	0,24	0,08	0,20
Szombathely	0,16	0,38	0,38	0,26	0,22	0,22	0,16	0,38	0,50	0,60	0,44	0,12	0,32
Győr	0,02	0,04	0,20	0,14	0,06	0,10	0,00	0,14	0,36	0,36	0,16	-0,08	0,12
Budapest OMI	0,17	0,18	0,29	0,28	0,17	0,28	0,23	0,36	0,61	0,54	0,22	0,18	0,30
Debrecen E.	-0,16	-0,05	0,16	-0,07	-0,21	0,15	-0,05	-0,01	0,35	0,43	0,19	-0,06	0,04
Debrecen — Reptér	0,08	0,12	0,32	0,18	0,02	0,02	-0,04	0,16	0,46	0,56	0,40	0,06	0,20
Nyíregyháza	0,02	0,06	0,32	0,14	-0,02	0,02	0,00	0,18	0,36	0,48	0,18	0,08	0,16
Szentgotthárd	0,14	0,40	0,48	0,12	0,02	0,12	0,22	0,42	0,56	0,82	0,46	0,36	0,34
Zalaegerszeg	0,18	0,24	0,24	0,18	0,08	0,02	-0,02	0,24	0,34	0,42	0,32	0,04	0,20
Nagykanizsa	0,22	0,26	0,36	0,16	0,06	0,02	0,00	0,14	0,42	0,56	0,40	0,02	0,24
Siófok	0,10	0,20	0,38	0,34	0,24	0,16	0,16	0,26	0,44	0,36	0,30	0,14	0,26
Pécs — Reptér	-0,10	0,08	0,24	0,10	-0,24	0,04	0,02	0,12	0,28	0,36	0,24	0,08	0,12
Baja	-0,10	0,14	0,24	0,02	0,12	-0,01	-0,06	0,02	0,18	0,46	0,18	0,00	0,12
Szeged — Reptér	-0,04	0,04	0,32	0,16	0,02	0,08	0,02	0,06	0,26	0,58	0,44	0,14	0,16

sajátságai, mezoklimatikus hatások okozták. Feltűnők Debrecen-Egyetem és Budapest-Meteor Intézet állomásoknak kiugró korrekciói, amelyek a két állomás zárt felállításával magyarázhatók. Sajnálatos, hogy éppen e két helyről van

ket. Ezek átlagolásából és tized fokra történt kikerekítéséből ered a *III. táblázatban* feltüntetett korrekció sor.

A III. táblázatban közölt korrekciók alapján javasolhatjuk a jövőben mindazon állomásokra a hőmérséklet valódi

III. TÁBLÁZAT

Valódi közép — (Max + Min)/2

Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.	Év
-0,1	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	-0,3	-0,1	-0,2

leghosszabb termográf sorunk, s ennek a Max + Min/2 közepekkel 40 évi sor alapján történt összevetése azt bizonyította, hogy ráadásul a múltban különböző pontosságú szélsőség-hőmérők alkalmazása okozta ahomogenitás is terheli az adatokat, így célszerűnek láttuk értékeik elhagyását. Az országra vonatkozó korrekciókat ezért az I. és II. táblázat adataiból oly módon vezettük le, hogy az országos átlag képzéséhez figyelembe vettük Miskolc, Szombathely, Pécs-Repülőtér és Szeged-Repülőtér 10 évi, Sopron, Győr, Debrecen-Repülőtér, Nyíregyháza, Szentgotthárd, Zalaegerszeg, Nagykanizsa, Siófok és Baja 5 évi termográf sora alapján nyert redukciós értéke-

közepeinek előállítását, ahonnan nem áll rendelkezésünkre legalább napi nyolcszori hőmérséklet-észlelés. Az alkalmazandó korrekciók egyébként szeptember és október kivételével kisebbek, mint a 7-14-21 óra kombinációk redukciós tényezői.

IRODALOM

- [1] *Róna Zs.*: A hőmérséklet terminusközepének korrekciói. Időjárás 6. évf. 3. sz. 1902.
- [2] *Micheller I.*: Szinoptikus állomások meteorológiai észleléseinek gépi úton történő feldolgozása. Előadás.
- [3] *Hajósy F.—Takács L.*: A hőmérséklet átlagos óratérkeinek kombinációi Budapesten és Debrecenben. Időjárás 68. évf. 1. sz. 1964.

В. И. СТЫРО: Самоочищение атмосферы от радиоактивных загрязнений (*A légkör öntisztulása a radioaktív szennyezésekre vonatkozólag*). Kiadó Gidrometeoizdat, Leningrád 1968. 288. old., 89 ábra, 56 táblázat. Kötve, 14,5 × 22,5 cm.

Korunk meteorológiájának egyik legérdekesebb és (időnként úgy tűnik) gyakorlatilag is legfontosabb kérdése a légkör természetes és mesterséges beszennyeződésének, továbbá a szennyezések további sorsának és a légkör saját nagy hatású öntisztulási folyamatainak kérdése, különösen a radioaktív szennyezések és az ehhez fűződhető rendkívül súlyos egészségügyi veszedelemek szempontjából.

A munka részletesen tárgyalja ezt a bonyolult problémát, amelyre vonatkozólag eddig csak a szakfolyóiratokban szétszórt forrásokból lehetett igen fáradságos és többnyire meglehetősen hézagos módon tájékozódni. Kiemelkedő, hogy a szerző igen körültekintő szakirodalmi adatgyűjtést végzett. A könyvhöz csatolt szakirodalmi jegyzék 20 nyomtatott oldalt foglalt el és összesen 424 forrásmunkát idéz.

A munka két kisebb és egy nagyobb szakaszra oszlik. Az első, 48 oldalra terjedő szakasz címe: „A légkör radioaktív háztartásának összetevőire vonatkozó meghatározási eljárások”. Négy alpontban tárgyalja a levegő radioaktivitásának meghatározására szolgáló fizikai módszereket, a csapadékok radioaktivitásának mérésén alapuló módszereket, az izotópok radiokémiai alapokon való elkülönítését, és a különleges meghatározási módszereket.

A második, valamivel terjedelmesebb (73—133. old.) szakasz címe: „Azok a folyamatok, amelyek a légkörnek radioaktív gázokkal és részecskékkal való beszennyezésére vezetnek”. Az alfejezetek tárgyalják a radioaktív háztartás bevételi tételeit, úgy mint a talajból származó radioaktív gázokat; a földi eredetű porból származó radioaktív részecskéket; a vízfelületek elpárolgásából és tájékozásából a légkörbe jutó radioaktivitást; a légkörben magában képződő radioaktív anyagokat, amelyeket a kozmikus sugárzás hatása hoz létre; a meteorok és a meteori por útján légkörbe jutó radioaktív anyagokat; és a légkörnek mesterséges radioaktív izotópokkal való beszennyezését.

A harmadik, sokkal terjedelmesebb szakasz (134—268. old.) azokkal a folyamatokkal foglalkozik, amelyek a radioaktív anyagoknak a légkörből való eltávolítását szolgálják. Ezek tíz alfejezetben kerülnek tárgyalásra.

A legutolsó, talán legérdekesebb alfejezet, már kivülesik a légkör öntisztulásának problémakörén és azokról az újabb próbálkozásokról számol be, amelyek reményt engednek a levegő helyi jellegű mesterséges megtisztításának megvalósítására.

Aujeszky László

*

Р. К. МАРКОВ, — В. И. БАРДИН, — В. Л. ЛЕБЕДЕВ, — А. И. ОРЛОВ, — И. А. ШВЕТОВА: География Антарктиды (*Az Antarktisz földrajza*). Izdatelstvno „Müszl”, Moszkva, 1968., 428 old., 61 táblázat, egy térképmelléklet. Kötve, 15 × 22,5 cm.

Az Antarktisz földrajzát nem lehet megírni anélkül, hogy előtérbe ne álljanak azok a meteorológiai és éghajlati adottságok, amelyek a hatodik világrészen olyan viszonyokat teremtenek, aminekkel a Föld más vidékein ilyen arányokban sehol nem találkozhatunk. Ezért az Antarktisz földrajzának ebben a nagyszabású monográfiájában is fontos helyet töltenek be a meteorológiai fejtegetések. Ilyenekkel bőségesen találkozunk a munka V. és VI. fejezeteiben, és pedig a következő anyagbeosztás szerint: Általános meteorológiai jellemzés; az Antarktiszra vonatkozó éghajlattani nézetek kialakulásának története; a szoláris éghajlati tényező; a hőháztartás; a légköri cirkuláció különleges vonásai; függőleges levegőcsere az Antarktisz felett; a léghőmérséklet, a légnyomás, szelek, csapadék, a levegő száraz volta; a hőtömegek tovább szállítása hófúvás útján; az Antarktisz éghajlati beosztása; Kelet-Antarktisz, Antarktika keleti lejtője, Antarktika partvidéke, Nyugati-Antarktika; összefüggés az Antarktisz és a Déli Tenger éghajlata között. Ezután glaciológiai fejtegetések következnek, amelyeknek nyilvánvaló szoros kapcsolatuk van a jelenbeli és a múltbeli éghajlattal.

A munka VI. fejezete az Antarktisz periglaciális zónájával foglalkozik. Itt igen érdekes részeket találunk az antarktikus oázisok éghajlati körülményeiről. Közlebebről: Az antarktikus oázisok fogalmáról, a periglaciális éghajlat vízszintes kiterjedéséről, a Vanger-féle oázisról, az oázishatásról, a periglaciális éghajlat függőleges irányú kiterjedéséről, a Viktória-föld oázisairól és az oázisok keletkezéséről.

A munka használatát egy igen jól megszerkesztett tárgymutató könnyíti meg.

Aujeszky László

A II. MAGYAR LEVEGŐTISZTASÁGI KONFERENCIA

az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület AEROSOL Szakosztálya rendezésében 1969. október 9—11-e között volt *Budapesten*. A Konferencia első két napján 14 tudományos előadás hangzott el, az ipari és a kommunális termelési, illetve fűtési folyamatok légszennyezési problematikájáról. E téma összetett voltát mutatta be *Szilágyi Lajos* Építésügyi és Városfejlesztési miniszterhelyettes bevezető előadása. Expozéjában a levegőtisztaság védelmének igazgatási, műszaki és társadalmi vonatkozásaira egyaránt kitért, részletesen ismertette a levegőtisztaság védelmével foglalkozó szervezetek tevékenységét. A jövőben a levegőtisztaság komplex problematikájának irányítója az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium, amely elsősorban hatósági jellegű tevékenységet folytat, az országos jellegű normatívák, előírások, szabályrendeletek kiadását végzi, az Országos Levegőtisztasági Bizottság (továbbiakban: OLB) Titkárságán keresztül koordinálja a különböző állami intézmények (Fővárosi KÖJÁL, Központi Meteorológiai Intézet, Országos Közegészségügyi Intézet, stb.) légszennyeződéskutatás és megelőzés terén folytatott tevékenységét. Az OLB javaslatot tesz az építésügyi és városfejlesztési miniszternek, a levegőtisztaság védelmét ellátó intézmények feladatainak koordinálására, a szükséges intézkedések kiadására, figyelemmel kíséri a levegőtisztaság védelmével kapcsolatos hazai és külföldi kutatási eredményeket. Az OLB elnökét az építésügyi és városfejlesztési miniszter jelöli ki, tagjait az illetékes miniszterek, a Fővárosi Tanács, az OMF és az OMSZ elnöke delegálja. *Szilágyi Lajos* miniszterhelyettes értékelte az egyes intézményeknek a levegőszennyeződés megoldása terén a múltban végzett tevékenységét is. A Központi Meteorológiai Intézetben folyó légszennyeződés kutatásra vonatkozóan elismerését fejezte ki a légszennyező anyagok meteorológiai feltételeinek és a turbulens diffúziós folyamatok vizsgálatá terén elért eredmények kapcsán, és kijelentette, hogy e sikeres munka folytatásához az OLB a jövőben műszerezettség és egyéb vonatkozásban is támogatást fog nyújtani. Értékelte a Budapesti KÖJÁL és az Országos Közegészségügyi Intézet áldozatos munkáját, melyet a jövőben is folytatniok kell.

Pikler Ferenc az OMF főosztályvezetője a levegőtisztaság megóvása érdekében végrehajtandó országos erőfeszítéseket taglalta. Kiemelte e probléma rendkívüli sokoldalúságát, melyet az egyes szakterületek képviselői nem minden esetben látnak olyan világosan, mint azok, akik hosszú évek óta foglalkoznak a levegőszennyeződés vizsgálatával. Hangsúlyozta hogy ne csak konferenciákon, előadásokon foglalkozunk a levegő tisztaságával, hanem akkor is, amikor az egyes ipari és gazdasági vezetőknek saját hatáskörükben kell dönteniök, esetleg vállalati alap ráfordításával is.

Ezután került sor a részletkérdések tárgyalására az egyes előadók részéről, kitérve a nagyvárosok — elsősorban Budapest — levegőtisztasági, városrendezési szempontjaira, a vegyipar légszennyező problematikájára, a gépjárművek légszennyező hatására, az energiahordozók megváltoztatásának kérdéseire.

Sárdi György a Budapesti Levegőtisztasági Bizottság titkára Budapesti levegőtisztaság védelméről tartott nagy érdeklődéssel kísért előadást. Ismertette a város jelenlegi légszennyeződési helyzetét, részletezte a BLB eddigi tevékenységét is, melynek keretében megkezdtek az emissziós normatívák meghatározását, pernye- és koromleválasztó berendezés kifejlesztését, a Diesel járművek ellenőrzését, javaslatot tettek a város védett területeinek kijelölésére és az ott alkalmazható energiahordozók fajtáinak felhasználására, stb.

A Központi Meteorológiai Intézet képviselőjében *Szepesi Dezső* az Ipari Meteorológiai Osztály vezetője tartott előadást a „Levegőszennyeződés meteorológiai vonatkozásai”-ról. Bevezetőjében a meteorológia szerepét tisztázta a levegőszennyeződés csökkentésének elméleti, technikai és gazdasági komplex relációjában. Ezután tért rá a meteorológiai tényezők (áramlási viszonyok, stabilitási paraméter, keveredési réteg vastagsága) egyedi tárgyalására. Bemutatta a talajközeli immisszió napi és évi változását, az alapterhelés és a maximálisan megengedett koncentráció összefüggését, a turbulens diffúziós formula alapján. Foglalkozott a légszennyeződés előrejelzésével és a Budapestre vonatkozó szmogvizsgálat eredményeivel.

A Konferencián meghívott külföldi vendégek

is résztvettek, a Német Demokratikus Köztársaság képviselőjében Prof. Dr. Böer, aki a levegőtisztaság alapkérdéseit tárgyalta, nagy teret engedve a gazdaságpolitikai szempontoknak is. M. Richter (NDK) a korszerű ipari porleválasztás technikai kérdéseit ismertette.

A Konferencia harmadik napján — mintegy száz résztvevő — a Visontán épült Gagarin Hőerőművet tekintette meg. Az erőmű teljes teljesítménye 800 MW. A légszennyeződések elhárítására NDK hidropneumatikus porleválasztót építettek be (elméleti hatásfoka 99,4%). Az erőmű kéménye 200 m-es, a kiáramló füstgáz sebessége 1,5 m/s, mely utóbbi tényező miatt esetleges problémákra számíthatunk, egybevetve ezt az értéket, egyéb erőművek nagyságrendekkel nagyobb kiáramlási sebességével.

Az Aerosol Szakosztály gondosan állította össze a Konferencia tudományos programját, elismerés illeti a Gagarin Hőerőmű látogatásának megszervezéséért is. A szervezés sok pozitív eredménye mellett egy negatívumát is meg kell említenünk: az előadók gondosan készített diaprojektívjei a rossz vetítési lehetőség következtében nem érvényesülhettek kellőképpen.

A Konferencián elhangzottak értelmében reméljük, hogy az OLB koordinációjával a levegőtisztaság- és csökkenési programja most már az egész ország területén megindul, mely program — amint a Konferencián is többször elhangzott — csak az ipar, a közegészségügy, és a meteorológia érintett szakterületeinek és szakembereinek összefogásával, az eddig elért tapasztalatok felhasználásával egy központi ipari tárca irányításával valósulhat meg határozatosan.

Gubola M.

*

PALMÉN PROFESSZOR IMO-DÍJAS

A meteorológiában és a nemzetközi együttműködésben kiemelkedő személyiségek kitüntetésére alapított IMO díjat a Meteorológiai Világszervezet Végrehajtó Bizottsága az évben Erik Herbert Palmén-nak, a Helsinkii egyetem professzorának ítélte oda.

Palmén neve jól ismert a magyar meteorológusok körében. A második világháború előtt főleg a polárfrontokon kialakuló ciklonok tanulmányozásával hívta fel magára a figyelmet. Később a jet stream-ek és az általános cirkuláció kapcsolatával, majd a légköri teljes energiakészletének meghatározásával foglalkozott. A közelmúltban látott napvilágot C. W. Newtonnal közösen írott könyve a légkör cirkulációs rendszereiről.

A WMO elődjében, az IMO-ban kezdte nemzetközi tevékenységét, s előrehaladott kora ellenére jelenleg is aktív szereplője a WMO különböző konferenciáinak.

Ambrózy P.

DÉSI FRIGYES LÁTOGATÁSA A SZOVJETUNIÓBAN

E. K. Fjodorov akadémikusnak, a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálat vezetőjének meghívására Dési Frigyes az Országos Meteorológiai Szolgálat elnöke 1969. szeptember 22-től október 5-ig a Szovjetunióban tartózkodott. Első úticélja a moszkvai Hidrometeorológiai Központ volt, ahol megismerkedett a szolgálat egyik fő operatív tevékenységével, nevezetesen a Meteorológiai Világhálózat keretein belül az egyik világcentrum feladatainak ellátásával. Megtekintette az intézet számítógéppontját, a műholdlaboratóriumot.

Kedvező benyomást szerzett Obnyinszkban is, ahol a Hidrometeorológiai Szolgálat új részlege működik. Itt fejlesztik ki az automata meteorológiai állomások prototípusait, s jelentős felhőfizikai kutatások is folynak. A 3000 m³-es ködkamrában automatikus mintavevő szállítja és osztályozza a különböző nagyságú felhőcseppeket.

Leningrádban látogatást tett az Arktiszi-Antarktiszi Tudományos Kutatóintézetben, valamint a Geofizikai Főobszervatóriumban (GGO). Leningrádi tartózkodásának kiemelkedő eseménye volt a Zubov professzorról elnevezett kutatóhajó megtekintése is. A hajó meteorológiai, hidrológiai, oceanográfiai kutatások végzésére készült; fedélzetéről rakéták, rádiószondák bocsáthatók fel, a mérési eredmények pedig egy Minszk-22 típusú elektronikus számológépen dolgozhatók fel. Dési professzor meghívást kapott egy expedícióval való részvételre.

A kétételes látogatás harmadik állomása Jereván volt, ahonnan — a területi előrejelző intézet megtekintése után — helikopterrel vittek el a magyar vendéget a jégeső-elhárító szolgálat bázisára. Mint ismeretes, a több éve működő szolgálat sikeresen veszi fel a harcot a súlyos elemi csapás ellen.

Kijevben T. K. Bogatir, az Ukrán Hidrometeorológiai Szolgálat igazgatójának vendégként Dési professzor az ott folyó kutatómunka felől érdeklődött. Mint kiderült, sok területen, így főleg az agrometeorológiában az ukrán és az itthoni kutatások közel állnak egymáshoz. Mindkét helyen elsősorban a növények hő- és vízháztartásával, valamint az öntözési normák meteorológiai megalapozásával foglalkoznak.

Hazaérkezése után Szolgálatunk elnöke meglepéssel nyilatkozott tapasztalatokban gazdag útjáról. Megbeszélései során több megállapodást kötött szovjet vezetőkkel, így többek között magyar kutatók szovjetunióbeli munkájának lehetőségéről, szorosabb kutatási együttműködésről, stb. Ugyanakkor meglepéssel állapította meg, hogy a hazai meteorológiai kutatás, szolgálatunk technikai ellátottsága és fejlesztése, ha a nagyságrend jóval kisebb is, de jó irányban halad.

Ambrózy P.

A IV. Kárpátmeteorológiai Konferenciát 1969. szeptember 16—20. között tartották meg a Jagelló Egyetem rendezésében, Krakóban. Tudományos aspektusát tekintve ez a konferencia az előzőknél szélesebb körű volt, mivel bemutatásra kerültek a hegyhatásokra vonatkozó olyan vizsgálatok is, amelyek más közép és magas hegyvidéki területeket érintettek (pl. Balkán, Szudéták). A tudományos üléseken 10 ország 130 meteorológusa vett részt. A magyar delegációt *Dési Frigyes* egyet. tanár, a Magyar Meteorológiai Szolgálat elnöke vezette. A vitauléseken 42 előadás hangzott el a következő témakörökben:

1. A hegyvidéki áradások meteorológiai feltételeinek vizsgálata, különös tekintettel a Kárpátokra, a Balkánra és a Szudétákra.
2. A Kárpátok, a Balkán és a Szudéták hatása a légcirkulációra.
3. Klímaterképezés hegyvidékeken.
4. Komplex klímafeltételek hegyvidékeken.

Valamennyi tárgy körben számos olyan tanulmányt ismertettek, amelyek sok új és ötletes — a szintetizált kutatásokban a továbbiakban eredményesen alkalmazható — metodikai megoldást nyújtottak. Külön szeretnénk kiemelni, hogy ez alkalommal kerültek először megvitatásra a hegyvidéki területekre elkészítendő részletes klímaterképekkel kapcsolatos metodikai kérdések és az ilyen irányú kutatások első eredményei is.

A magyar delegáció részéről két előadás hangzott el. *Dési Frigyes* „Az orográfia szerepe az időjárás és éghajlat változásaiban Magyarországon” című tanulmánya nyomán a Kárpátországok meteorológusai előtt átfogó kép alakult ki az orográfikus hatásokkal foglalkozó magyar kutatásokról, amelyeknek külön érdekességet kölcsönöz Magyarország medence jellege. A Kárpátok övezte medencében a hegyek hatása mind az időjárási folyamatok idő- és térbeli lezajlásában, mind a klimatológiai elemek értékeinek kialakulásában különlegesen és a környező országokétól eltérő módon jelentkezik.

Koflanovits Erika „Kis vízgyűjtő terület hóolvadás viszonyainak hidrometeorológiai vizsgálata” című előadása a Konferencia első témaköréhez kapcsolódott. A meteorológiai módszerekkel nyert és a hidrológia számára nagyon értékes adatok a Zagyva vízgyűjtő területére vonatkoztak, ugyanakkor metodikai megoldási lehetőséget adtak más közép-hegyvidéki területeken végzendő hóolvadás vizsgálatokra is.

Ösztönző példája volt az együttműködésnek a lengyel-szlovák munkacsoport által elkészített monográfia (A Tátra klímája), amelyről *M. Koncek* tájékoztatta a résztvevőket.

A Konferencia keretében sor került a III. Kárpátmeteorológiai Konferencia javaslatára alakult munkacsoportok tevékenységének megvitatására is. *M. Cadez* „Az orográfia időjárás módosító hatása” Munkacsoport irányítója beszámolt az elmúlt 4 évben végzett kutatásokról és azok eredményeiről. „Az energiaháztartás problémái a Kárpátokban és a szomszédos országokban” Munkacsoport *J. Paszynski* vezetésével ülést tartott, amelyen magyar delegátusként *Tóth Erzsébet* vett részt. Az ülés fő témáját azon módszerek megvitatása képezte, amelyeket a Hőháztartási Atlaszok elkészítéséhez ajánl a Munkacsoport a Kárpát-országoknak.

Az első nap előadásai után *M. Klimaszewska*, a Jagelló Egyetem rektorának meghívására a Konferencia résztvevői meglátogatták az Egyetem híres múzeumát. E látogatás során a rektor emlékérmét adott át azoknak a professzoroknak, köztük *Dési Frigyesnek*, akik munkájukkal kimagaslóan segítettek elő a Kárpát-országok meteorológiai együttműködését.

A tudományos előadásorozatot tanulmányi kirándulások egészítették ki. Meglátogattuk a Kasprowy Wierch-i magashegyi Meteorológiai Observatóriumot, a Dunajec folyása mentén pedig a klímaviszonyok tekintetében szanatóriumok létesítésére kiválóan alkalmas területeket ismertek meg a résztvevők.

Tóth E.

*

WMO MŰSZERTECHNIKAI KONFERENCIA PÁRIZSBAN

A WMO 1969. IX. 8—12. közötti konferenciát rendezett Párizsban a magasléggördi műszerek és észlelési módszerek témaköréből. (Az első hasonló értekezletet 1964-ben Genfben szervezték az automata állomásokról, a következőt pedig 1970-ben tartják a radarmeteorológiából.) Hazánkat *Mezősi Miklós* tudományos osztályvezető képviselte.

Az ötnapos konferencia résztvevői mintegy 30 előadásban ismerkedtek meg az újonnan kifejlesztett magasléggördi műszerekkel, a WWW-t szolgáló mérési módszerekkel.

A téma sokrétűségét a napirendi pontok egyszerű felsorolása is jelzi: úszó ballonok (mérés-technika és helymeghatározás), rádiószonda típusok összehasonlítása, új rádiószondák (mérőátalakítók és komplett rendszerek, segédberendezések), a meteorológiai műholdak új eredményei, rakéták mérőelemei, stb.

Rövid beszámolóink keretében csupán a legfontosabb eredményeket említhetjük meg. Ilyen pl. a NIMBUS-III műhold 8 csatornás infravörös sugázmérőjével mért függőleges hőmérsékleti profilok pontossága. Összehasonlítva a műhold méréseket a rádiószonda ada-

tokkal (700 felszállás alapján) megelégedő egyezést találtak a két módszer között; a hőmérsékleti görbék átlagos hibája a főszinteken kisebb, mint 2°, csupán az inverziók megfogása még kissé bizonytalan. A műholdakról végzett hőmérsékleti profil-mérések jelentősége igen nagy, hiszen ezzel megoldódik az adatszegény területek rádiószondázási problémája; (a nedvesség mérő még fejlesztés alatt áll).

Értékes eredmények születtek a rádiószondák műszaki fejlesztése terén is: az új hőmérséklet mérőátalakító $\pm 0,2^\circ$ -os pontosságot garantál a teljes mérési tartományban, a szonda jeleit digitális berendezések regisztrálják, egyes típusoknál kiskapacitású „cél-számítógép” a kiértékelést is elvégzi.

A szovjet delegáció beszámolt az *időjárás kutatóhajók* műszerezettségéről: a hajók fedélzetéről a rendszeres rádiószondázás mellett meteorológiai rakétákat is felléne, a kutatómunkát nagyteljesítményű radar és beépített számítógép segíti.

A konferencia hatékonyságát növelte az előadások jó technikai előkészítése, a nagyszámú színes dia, sőt keskeny-film és az a körülmény, hogy az előadók nagyobb része az ábrákkal illusztrált, sokszorosított szöveget időben szétosztotta a hallgatóság között.

Mezősi M.

*

CIMO ÜLÉS VERSAILLES-BEN

A WMO Műszerek és Észlelési Módszerek Bizottsága (CIMO) a francia kormány meghívására 1969. szeptember 15—30. között Versaillesben rendezte V. ülését, amelyen hazánk képviselőjében Barát József igazgatóhelyettes és Mezősi Miklós tud. osztályvezető vett részt. A konferenciát a Palais des Congrès nagytermében D. A. Davies, a WMO főtitkára nyitotta meg. Az érdemi munka két bizottságban folyt, négy nyelvű szinkron tolmácsolással.

Az ülészak — a szokásos „konferencia-adminisztrációt” leszámítva — 20 napirendi pontot tárgyalt meg, amelyre 90 előzetes dokumentum érkezett be, egyik-másik tanulmányának is beillő terjedelemmel. Ezek közül a jelentősebbek: az automatikus állomások fejlesztése, ózonszondák és az ózonszondák összehasonlítása, a szuperszonikus repülések meteorológiai biztosítása, ill. ennek műszeres vonatkozásai, sugárzási világközpontok felállítása, a magaslégtér mérésének fejlesztése, (rádiószondák és úszó ballonok technikájának tökéletesítése), a műszerek és észlelések gazdasági hatékonysága, — vagyis a ráfordítás és az elért megtakarítás viszonya —, a Világhálózat és a Globális Légkörkutató Program (GARP) műszertechnológiája, műszerösszehasonlítások regionális és régiók közötti szinten, a légköri radioaktivitás, a csapadék és párolgás mérése

(beleértve az indirekt módszerek is), radar adatok objektív és automatikus feldolgozása.

Az ülészak végén került sor a Bizottság tisztségviselőinek megválasztására. A delegátusok a CIMO elnökül egyhangúlag az amerikai Rockney-t — az eddigi ügyvezető elnököt —, helyettesül pedig a francia Treussart-ot választották meg.

A konferenciával egyidőben a Francia Meteorológiai Szolgálat nagyszabású műszerkiállítást rendezett a világ szinte valamennyi vezető, meteorológiai műszereket gyártó cégének részvételével. A kiállítás színvonalára jellemző, hogy három cég is üzemeltetett komplett műholdvevő állomást s ezek a helyszínen egyenesben vették az ESSA 8, a NIMBUS-III., sőt még az ATS-3 geoszinkron műhold adatait is. (Az ATS-3 a kiállítás tiszteletére külön délutáni programot sugárzott!). Nagy súllyal szerepeltek a rádiószonda és fakszimile gyártó cégek, különféle repülőterei műszerek, de nem hiányoztak a hagyományos mérőeszközök sem.

A vendéglátók tanulmányi kirándulás keretében mutatták be a Trappes-i obszervatóriumot, a francia meteorológia műszaki-technikai bázisát. A 350 főnyi műszaki gárda feladata az automata állomások, radarok, rádiószondák és rakéták fejlesztése, — a gyártást már az ipar veszi át —, ezenfelül ők hitelesítik a szondákat, hálózati műszereket, módszertani vizsgálatokat, műszerösszehasonlításokat végeznek. A látottak őszinte elismerést keltenek a világ minden tájáról összesereglett szakemberek körében.

A CIMO-V. ülészaka mindvégig kollegális, alkotó légkörben zajlott le s a vendéglátók jó rendezése, figyelmeisége még a közlekedési sztrájkok okozta apró kellemetlenségeket is feledtette.

Mezősi M.

*

A KLIMATOLÓGIAI MUNKACSOPORT V. ÜLÉSE

A szocialista országok meteorológiai szolgálatának klimatológiai munkacsoportja (RGK) 1969. szeptember 22 és 26 között tartotta ötödik ülését a Prága melletti Komoranyban, a CSSZSZK Hidrometeorológiai Intézetének épületében. Az ülésen hét szocialista állam szolgálatára 16 delegátussal vett részt. A tanácskozáson W. Böer professzor (NDK) elnökölt. A magyar szolgálatot Endrődi Gabriella osztályvezető képviselte.

Megtárgyalásra került az RGK IV. ülésének (1967, Varsó) határozata értelmében a meteorológiai adatok tárolásának problémája az egyes szolgálatok szakértőinek jelentése alapján. A kérdés fontosságára való tekintettel elhatározták egy időszakos munkacsoport alakítását, amely a korszerű adattárolás (lyukszalag, mágnesszalag, mikrofilm) racionális meg-

oldására előterjesztést tesz a következő igazgatói konferenciára. Ezen munkacsoportban való részvételre felkérték a Szovjetunió, az NDK és Magyarország meteorológiai szolgálatát.

„A megfigyelések módszere és programja” napirendi pont keretében felhívják a figyelmet a csapadékkorrekciók fontosságára. Figyelemreméltó, hogy a Szovjetunióban 1970. január 1-től bevezetik a csapadékösszegek szélességi szerinti korrekcióját.

Nagy érdeklődés kísérte a szovjet, csehszlovák és mongol szolgálatok beszámolóit a hótakaró (hómagasság és sűrűség) megfigyelési módszereiről. A Szovjetunióban a hótakaróviszonyok feltárásában újabb repülőgépeket is igénybe vesznek.

Tárgyaltak a résztvevők a területi csapadék számításának módszereiről és ajánlást fogadtak el, amelyben kéri a szolgálatokat, hogy ez év végéig közöljék az RGK elnökével az alkalmazott eljárásokat.

A hóháztartás, ill. egyes komponenseinek méréseit illetően a munkacsoport megállapította, hogy a hálózatszerű mérés a nagytérségű folyamatok vizsgálata szempontjából jelentős, ehhez azonban megfelelő eszközök, repülőgépek, műholdak szükségesek.

„Az éghajlati adatok felhasználása a népgazdaság egyes területein, különösképpen az építészetben és területfejlesztésben” napirendi ponttal kapcsolatban valamennyi résztvevő ismertette a szolgálatuknál lévő tájékoztatási rendszer felépítését. Böer professzor érdekes előadás keretében kiemelte a helyes tájékoztatás, szakvéleményadás szükségességét az építkezésnél, és felhívta a figyelmet egyes gyakran fölmerülő kérdésekre, valamint a tájékoztatási módszerek fejlesztésének fontosságára. A munkacsoport a következő igazgatói konferenciára előterjesztendő javaslatot fogadott el a tájékoztatás gazdasági hasznosságával és módszereivel foglalkozó szimpózium megrendezéséről.

A munkacsoport egyhangúlag támogatta a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatának a CCl V. ülésén előterjesztendő javaslatát a határtegre és a szabad légkörre vonatkozó klímatablázatok nemzetközi kidolgozására és publikálására. Ugyancsak ott tesznek javaslatot a zúzmara és jéglerakódás-fajták pontosabb definíciójára.

Endrődi G.

*

AZ IDŐJÁRÁSELŐREJELZÉS KÉRDÉSEI

címmel a Német Demokratikus Köztársaság Meteorológiai Társasága 1969. október 2—4 között a Keleti-tenger partjánál levő Kühlungsborn-ban külföldi résztvevőkkel kibővített ülést tartott. Tekintélyes számú hallgatóság előtt mintegy negyven, az összejövetel ide-

jére már nyomtatásban elkészült és szétosztott dolgozat került megvitatásra. A dolgozatok az időjáráselőrejelzésnek majd minden ágát felölelték. Az első napon *W. Böhme*, az NDK Meteorológiai Szolgálatának igazgatója élénk eszmecserét kiváltó előadásában a statisztikai és dinamikai előrejelzési módszerek kombinációjának létjogosultságát matematikai hipotézisek felállításával támasztotta alá. Ezután a benyújtott dolgozatok alapján a szinoptika általános kérdései — többek között a mezoszinoptika definíciója — kerültek megvitatásra.

Az ülésszak második napján *B. R. Döös* (Svédország) bevezető előadása után a numerikus és statisztikai előrejelzési módszerek kérdése került napirendre, majd *G. Schimsa* (NDK) összefoglaló referátuma és az utána következő diszkusszió a radarmeteorológiával foglalkozott. E napon zajlott le *H. Flohn* (NSZK) professornak a konvekciós cellák szerkezeti tulajdonságairól szóló, űrhajós és légifényképekkel gazdagon illusztrált előadása is.

Az összejövetel zárónapján *W. Keller* (NDK) a futóáramlásokkal kapcsolatos kutatásokról adott áttekintést, melyhez még hét benyújtott előadás megtárgyalása csatlakozott. Végül a meteorológiai mesterséges holdak nyújtotta információk kutatási és gyakorlati felhasználásáról szóló beszámolók hangzottak el.

A Magyar Meteorológiai Társaság két küldöttel képviseltette magát. Rákóczi Ferenc egyetemi adjunktus a második napi előadásokon társelnöki tisztséget töltött be, e sorok írója pedig statisztikai nyomáselőrejelzéssel kapcsolatos vizsgálatát mutatta be.

Ambrozy P.

*

SZIMPÓZIUM LENINGRÁDBAN

Szeptember 29 és október 4 között „Fizikai-statisztikai módszerek meteorológiai alkalmazása” címmel szimpózium megrendezésére került sor Leningrádban. A szimpózium első sorban a Szovjet Meteorológiai Szolgálat intézményeinek és a Szovjet Tudományos Akadémia meteorológiai kutató helyeinek találkozója volt, de részt vett több külföldi meteorológus is. A szimpózium két szekciója a statisztikai előrejelzés és a statisztikai módszerek általános meteorológiai alkalmazásának kérdéseit tárgyalta. Az első napon tartott plenáris ülésen *Czelnai Rudolf* a Központi Meteorológiai Intézet igazgatóhelyettese előadást tartott a területi átlagértékek becsülésének pontosságáról. A leningrádi GGO kutatói számára jól ismert témában új eredményről számolt be. A szimpóziumon határozatot fogadtak el, amely szerint a jövőben rendszeres időközökben megismétlik a statisztikai módszerek meteorológiai alkalmazásával foglalkozó találkozót.

Orendi K.

NEMZETKÖZI KONDENZÁCIÓS- ÉS JÉG-MAG KONFERENCIA

Az IUGG és a WMO anyagi támogatásával a 7. Nemzetközi Kondenzációs- és Jég-mag Konferenciát (angol rövidítése: ICCIN) a Csehszlovák és Osztrák Tudományos Akadémia közösen rendezte meg. A tudományos üléseket 1969 szeptember 18 és 24 között Prágában és Bécsben tartották. A konferencián, több mint 150 szakemberrel, 24 ország vett részt, köztük, az ICCIN-ek történetében először, a Szovjetunió és néhány szocialista ország, így Magyarország is. Hazánkat a konferencián háromtagú delegáció (*Mészáros Ernő*, tud. oszt. vezető, *Mészárosné Nagy Ágnes*, tud. munkatárs és *Wirth Endre* tud. főmunkatárs) képviselte, akik két előadásban számoltak be a magyar kutatások eredményeiről. A legnépesebb küldöttség az Amerikai Egyesült Államokból érkezett (38 fő).

A közel 90 előadást három szekcióban tartották meg:

- A — Az aeroszolok fizikája és fizikai kémiája, különös tekintettel a nukleációra.
- B — A kondenzációs- és jég-magvak mérési módszerei.
- C — Kondenzációs- és jég-magvak és a felhőképződés.

A prágai ülésszakot (szept. 18—20), melyet a Műegyetem újonnan épült Gépészmérnöki Karán tartottak, *R. Brdička* akadémikus a Csehszlovák Tudományos Akadémia Fizikai Kémiai Intézetének igazgatója nyitotta meg, majd a WMO küldöttének üdvözlő szavai után, *H. K. Weickmann* (USA) tartott bevezető előadást a légköri jégkristályok keletkezési mechanizmusaira vonatkozó elképzelések fejlődéséről. A konferencia első részében az A. szekció előadásai az aeroszol-részecskék nagyság szerinti eloszlásának, a vízgőz-kondenzáció termodinamikájának, a felületaktív anyagok nukleációra gyakorolt hatásának és az aeroszolok létrehozásának elméleti és gyakorlati kérdéseivel foglalkoztak. Elsősorban a nagyság szerinti eloszlással kapcsolatos előadások (*K. T. Withby*, USA; *S. K. Friedlander*, USA) váltottak ki nagy érdeklődést. A mérés technikai kérdéseket tárgyaló B. szekció előadásai közül *P. A. Allee—H. Gerber—H. K. Weickmann* (USA): „A jég-magvak nagyság szerinti eloszlásának mérése spektrométerrel” c. tanulmánya emelhető ki. A C. szekció első sorban a cseppképződés kondenzációs stádiumának és a kondenzációs magvak mérési eredményeinek kérdéseivel foglalkozott. Ennek ellenére a legérdekesebb előadást *S. C. Mossop* (Ausztrália) a jégképződés tárgy köréből tartotta. Azon mérések eredményeiről számolt be, melyek célja a maritim felhőkben levő jégkristályok és a felhő alatti levegőben kimutatható jég-magvak koncentrációjának összehasonlítása volt.

A konferencia résztvevői szeptember 21-én Bécsbe utaztak, ahol a megnyitóra (*A. Lesky*, az Osztrák Tudományos Akadémia megbízott elnöke) 22-én az akadémia dísztermében került sor. A bevezető előadást ez esetben *Ch. Junge* (Német Szövetségi Köztársaság) tartotta „A légköri aeroszol fizikai és kémiai tulajdonságai és ezek kapcsolata a kondenzációs folyamatokkal” címmel. Előadásában, mely kétségen kívül a konferencia egyik legérdekesebb előadása volt, Junge professzor a troposzféra kb. 80%-át megtöltő, alacsony koncentrációjú ún. háttér-aeroszollal foglalkozott. A munkáulésekre a Tudományegyetem I. Fizikai Intézetében került sor, ahol az A. szekció előadásai részben az aeroszol-részecskék elektromos tulajdonságaira és gáz-reakciók útján való keletkezésére, részben a jégképződés kérdéseire terjedtek ki. E sorok írója számára különösen érdekesek voltak azok a francia vizsgálatok, melyeket *J. Bricard* professzor vezetésével az aeroszol-részecskék radiolitikus és fotolitikus képződésével kapcsolatban végeznek (az előadást *G. Madelaine* tartotta). A mérés technikai kérdéseket tárgyaló B. szekció ülése után megtartott C. szekcióbeli előadások meglehetősen széles területet öleltek fel. Így előadásokat hallhattunk pl. a Vénusz légkörében végbemenő jég-nukleációról (*N. Fukuta*, USA), fagyási problémákról (pl. *G. Vali*, Kanada), a jégmagvak koncentrációjának évszakos változásáról (*A. Gagin*, Izrael), valamint az aktív kondenzációs magvak vertikális eloszlásáról és a mag-, illetve cseppkoncentráció összehasonlításáról (*A. G. Laktionov*, Szovjetunió).

A meglehetősen zsúfolt programú konferencián való érdemi részvétel nagymértékben elősegítette, hogy a résztvevők az előadások összefoglalóit egy-két héttel az ülésszak előtt, míg a teljes zűveget a megnyitáskor kézhez kapták. Ezért egy-egy előadásra, a hozzászólásokkal együtt, a rendezők csak 15 peret engedélyeztek. A konferencia és a kulturális programok jó szervezéséért az organizációs bizottságot (*J. Podzimek* és *K. Spurný*, Prága; *O. Preining*, Bécs) és munkatársaikait illeti dicséret. Végül megemlíthető, hogy a bécsi előadások utáni záróbeszédében *J. Podzimek* bejelentette, hogy a 8. ICCIN-t, *V. G. Moracsevskij* professzor meghívását elfogadva, 1973-ban Leningrádban rendezik.

Mészáros E.

✱

KÖDOSZLATÁS HELIKOPTEREL

Az Egyesült Államokban kísérleteket folytatnak a sekély talajközi ködök helikopterekkel történő oszlatására. A helikopterek légszavara alatt, mint ismeretes, nagysebességű leáramlás jön létre, amelyre a környezet nyugvó légrétegszékei is besodródhatnak, így a leáramló levegő tömege jelentősen megnő. Ha a horizon-

tális repülés közvetlenül a ködtakaró fölötti rétegben történik, a viszonylag száraz lezúduló levegő és a telített levegő keveredése a ködsepek gyors elpárolgásához vezet. A kísérletek szerint a repülést követő 1—2 perc alatt 100—150 m széles ködmentes csík keletkezik, amely rendszerint fenn is marad, főleg ha a szabaddá vált besugárzás következtében a talajközeli levegő melegedni kezd. Az eddigi vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy a nem túl vastag (max. 100 m) és viszonylag kevés folyékony vizet tartalmazó lokális ködök közepes vagy nagy teljesítményű helikopterrel gyakorlatilag is eredményesen feloszlathatók.

Ambrózy P.

*

AZ ŰRKUTATÁS HÍREI

A Szovjetunióban október 6-án felbocsátották a Meteor elnevezésű meteorológiai mesterséges hold sorozat második tagját. Az új műhold az előzőhöz hasonlóan televíziós kamerákkal a felhőzet, illetve a hótakaró megfigyelését végzi, a sugárzásmérők pedig a földfelszín által visszavert napsugárzást és a Föld-légréteg rendszer hosszúhullámú kisugárzását mérik. Pályadatai megegyeznek a Meteor 1-ével: a pólussal bezárt hajlásszög 81° , keringési magasság 630—690 km.

A szocialista országok űrkutatási együttműködése keretében október 14-én ugyancsak a Szovjetunióban pályára juttatták az Interkozmosz-1 mesterséges holdat. A műhold feladata a Nap ultrarövidhullámú és röntgen sugárzásának mérése. E mérések távolabbi célja, hogy megállapítsák a sugárzások hatását a felső légkörben. Az Interkozmosz-1 működésével egyidejűleg Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország, Magyarország, a Német Demokratikus Köztársaság, Románia és a Szovjetunió területén földi méréseket végeznek. Ezek főleg rádióasztronómiai, ionoszférikus és optikai megfigyelések. Maga a mesterséges hold kooperációs munkának tekinthető, mivel annak felületén az NDK-ban és a CSSZK-ban kifejlesztett műszereket is elhelyezték.

A kaliforniai Lompoc-ban június 5-én bocsátották fel az OGO sorozat (Orbiting Geophysical Observatory) hatodik tagját. A mindössze 40 kg-os műholdon 25 féle mérés, kísérlet végezhető. A műszer feladata a Nap sugárzásának és a felső légkör kapcsolatának vizsgálata, így elsősorban ionoszféra mérések, északi fény megfigyelések, a mágneses mező mérése, kozmikus sugárzás mérése. Az OGO program 1960-ban kezdődött, hat műholdja közül öt még most is működik, s júliusig több mint egymillió óras folytonos megfigyelést, mérést végeztek. Az OGO-6 kilövésével e sorozat utolsó tagja került földközeli pályára.

Tánczer T.

KOZMIKUS METEOROLÓGIAI TANULMÁNYÚT

1969. szeptember 1—13 között a szocialista országok közötti kozmikus meteorológiai együttműködés keretében *Hirling György* és *Tánczer Tibor* tudományos csoportvezetők a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatánál tanulmányokat folytattak. A tanulmányút tárgyát az együttműködés 1. („A felhőzet mezejének kutatása meteorológiai műholdakról nyert adatok alapján”) és 3. („A sűrűségi, hőmérsékleti, nyomási és szélmező kutatása 100 km magasságig Heiss szigetén, a mérsékelt szélességeken és hajókról”) témájával kapcsolatos kérdések képezték.

Hirling György megismerkedett a bárikus topográfia térképek és időbeli metszetek elkészítésének technikájával a felsőlégkörben. Tanulmányozta a rakéta- és rádiószonda mérésekkel kapott adatok időbeli harmonikus analízisének módszerét. Részletesebben foglalkozott az alacsony földrajzi szélességeken jelentkező 26 havi periódus szerkezetével és kapcsolatával a közepes és magas szélességek cirkulációs folyamataihoz. A szovjet fél felvetette annak lehetőségét, hogy magyar szakemberek által kidolgozott műszereket a rakétákon elhelyezzenek.

Tánczer Tibor áttekintette a televíziós valamint az infravörös képek és a földi felhőmegfigyelések összehasonlításának újabb eredményeit. Megismerkedett egy elektronikus számítógép segítségével elvégezhető objektív tipizálási módszerrel, amelyet a „Meteor” szovjet kísérleti műholdrendszerrel nyert képek osztályozására is alkalmaztak. Konzultációt folytatott a konvektív cellák vizsgálatáról, főképpen azok jellegének (zárt ill. nyílt cellák) a hőmérsékleti rétegződéstől és az advekción viszonyoktól való függéséről.

A fogadó fél a konzultációkon kívül is gazdag programot állított össze a vendégek számára. Ebben többek között a Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálatáé imponáns kiállítási pavilonjának a megtekintése is szerepelt, ahol a meteorológiai Kosmosz műholdak és kutató rakéták makettjei szintén láthatók.

A moszkvai meteorológiai világközpont igazgatóhelyettese, *I. P. Fellov* fogadást adott a konzultáción résztvevő magyar, német és lengyel szakemberek számára.

Az intézet meglátogatása során a vendégek betekintést nyertek elsősorban az időjárás előrejelzése műszaki kiszolgálásának munkájába. Megismerkedtek az M-20 és az újabb, nagyteljesítményű „Veszna” elnevezésű elektronikus számítógéppel. Láthatták a Meteor-műholdrendszer adásainak vételtechnikáját, és a felvett információk feldolgozásának technikáját a Minszk-22-es elektronikus számítógéppel.

Tánczer T.

A MMT VÁLASZTMÁNYI ÜLÉSE

Béll Béla professzor elnöklétével tartotta meg 1969. október 9-én a Magyar Meteorológiai Társaság Választmánya harmadik negyedévi ülését a Technika Házában.

Először Szakály József főtitkár számolt be a Társaság első félévi munkájáról. Mint mondom, az előadások, ankétok, élménybeszámoló a terveknek megfelelően zajlottak le. Az 1969. évre tervezett kiküldetések hasznosan segítettek elő külföldi kapcsolatainkat.

Ezután a Választmány megvitatta a Társaság IV. negyedévi munkatervét. Ennek egyik kiemelkedő programja az október 30—31-én megrendezésre kerülő „Meteorológia és űrkutatás” című ankét.

A Választmány az év legjobb tanulmányának kiválasztására nyílvizsgátságot jelölt ki, amelynek elnökéül Béll Béli kérték fel. A fényképpályázat bíráló bizottságának elnökéül ismételten Zách Alfrédot választották meg.

Folyó ügyek címén a METESZ új székházának építési terveit ismertette a főtitkár. Ezzel kapcsolatban számos hozzászólás hangzott el. Felmerült az 1970-ben rendezendő vándorgyűlés kérdése is. Itt igen értékes vélemények és javaslatok hangzottak el, amelyek bizonyára elő fogják segíteni a rendezőbizottság munkáját.

Lépp I.

*

W. HESSE ELŐADÁSA A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁGBAN

W. Hesse lipcsei professzor magyarországi tartózkodása alkalmával, 1969. szeptember 18-án előadást tartott a Magyar Meteorológiai Társaságban. Előadásának első részében ismertette az NDK kutatási és felsőoktatási reformjának főbb célkitűzéseit. Hangsúlyozta, hogy a reform egyik célja az egyetemi, főiskolai kutatóbázis megerősítése. Négyszázötven éves szempontról elsőrendű fontosságú, komplex témákat határoztak meg, amelyek az érintett szakterületek kutatói kapacitásának összpontosítását követelik meg.

A felsőoktatási reform keretében — a főtémák szem előtt tartásával — szekciók és ezen belül munkacsoportok megalakítására került sor. Az előadó rámutatott arra, hogy az adott esetben az a cél, hogy állattenyésztő szakmérnököket, szaktanárokat és állatorvosokat (lipcsei egyetem), illetve növénytermesztő szakmérnököket és szaktanárokat (hallei egyetem) képezzenek ki, illetve megkezdjék a speciális kutató-képzést ezeken a területeken.

Hesse professzor a továbbiakban azokat a feladatokat taglalta, amelyeknek megoldása a lipcsei egyetem meteorológusaira vár. Nem kisebb dologról van szó mint arról, hogy 1971-ig az agrometeorológiai oktatás és kutatás súlypontját át kell helyezni a zoometeorológia területére. Jelenleg az átmeneti oktatási és ku-

tatási tervek kidolgozása folyik, az állattenyésztő, az állathigiénikus és az állategészségügyi szakemberek közreműködésével.

Felsorolta az előadó azokat a főbb területeket, amelyeken a behatóbb kutatásokat haladéktalanul meg kell kezdeniök. Ezek, a többi között, a haszonállatok szabadtartásának makro- és mezoklíma kérdései, az istállóklíma, az állathigiénia és az állategészségügy területe, a haszonállatok termelésének meteorológiai vonatkozásai stb. A meteorológus feladata a szükséges fizikai alapadatok biztosítása, továbbá komplex kísérletekbe történő aktív bekapcsolódás.

Az érdeklődéssel kísért előadás élénk vita követte, amelyben Ádám Tamás, Bacsó Nándor, Gaál Elek, Gajzágó László, Kakas József, Szakály József és Varga Hasznits Zoltán vettek részt.

Az előadóülés után a METESZ klubjában már kötetlenebb formában folytatódott a beszélgetés az előadó és az érdekelt szakemberek között az agrometeorológia és a zoometeorológia aktuális problémáiról.

Szakály J.

*

TÁVKÖZLÉSI SZAKEMBER LÁTOGATÁSA SZOLGÁLATUNKNÁL

A Prága — Budapest közötti távgépíró összeköttetés problémáinak megtárgyalása érdekében 1969. szeptember 2-án Budapestre látogatott a Csehszlovák Hidrometeorológiai Szolgálat Hírközpontjának vezetője Jiri Kapucian.

Néhány napos itt-tartózkodása alatt igen hasznos megbeszéléseket folytatott a Központi Meteorológiai Intézet Hírközpontjainak vezetőivel.

A tárgyalásokon a WMO Távközlési Munkacsoportjának és az Igazgatói Konferencia határozatainak alapján tisztázták az új regionális távközlési hálózat Prága és Budapest közötti szakaszának technikai és szervezési kérdéseit.

A szolgálatok közötti szakmai együttműködés érdekében megállapodtak, hogy a jelenlegi vonalak minőségének javítása érdekében mindkét ország megteszi a megfelelő intézkedéseket az illetékes Postaügyi Minisztériumnál.

Az IMTNE központ megtekintése után J. Kapucian felkereste a Ferihegyi MÖTNE centrumot. Itt elsősorban a repülésmeteorológiai adatok jobb és gyorsabb továbbításáról tárgyaltak.

Lépp I.

*

ZUZMARASZAKÉRTŐ LÁTOGATÁSA SZOLGÁLATUNKNÁL

Dr. Joachim Kolbig a Német Demokratikus Köztársaság Meteorológiai Szolgálatának főosztályvezetője 1969. szeptember 6—10 között

tapasztalateserére hazánkba látogatott. Ismeretes, hogy a KGST tagállamokon belül a Német Demokratikus Köztársaság Hidrometeorológiai Szolgálatát koordinálja a zúzmara mérése és megfigyelése c. témát, és ennek referense dr. J. Kolbig. Itt-tartózkodása alatt kölcsönösen hasznos megbeszélést folytatott a magyar szakemberekkel a zúzmara mérésére és megfigyelésére vonatkozóan. Eredményes volt a különféle lerakodási formák definíciójára vonatkozó megbeszélés is. Mindkét szolgálatban teljesen azonos elvek szerint történnek a megfigyelések. Kolbig megtekintette a Pestlőrinci Főobszervatóriumban levő zúzmaramérőket, majd a Kékestetői Obszervatóriumban az összehasonlítás céljából párhuzamosan működtetett magyar és német zúzmaramérő műszerek felállítási helyét, amit — figyelembevétel a helyi körülményeket — a lehető legjobbnak talált. Kijelölték a közeljövőben beszerzésre kerülő német zúzmara regisztráló felállítási helyét is.

Csomor M.

*

ELŐADÓI ÜLÉS AZ MMT REPÜLÉS- METEOROLÓGIAI SZAKOSZTÁLYÁBAN

A Magyar Meteorológiai Társaság Repülés-meteorológiai Szakosztálya 1969. szeptember 11-én előadóülést tartott a Technika Házában, amelynek keretében *Kapovits Albert* tud. csoportvezető az ICAO VI. Léginnavigációs Konferenciájának és a WMO Repülés-meteorológiai Bizottságának Montreálban tartott együttes üléséről számolt be. A rendkívüli konferencia összehívását a légiforgalom gyors fejlődése tette szükségessé, ugyanis a repülés kiszolgálására vonatkozó előírások részben elavultak, részben kiegészítésre szorultak.

Az előadó beszámolója első részében a kisgépes repülések eligazításáról, biztonságának további javításáról tájékoztatta a jelenlevőket, majd részletesen ismertette a szuperszónikus repülőgépek kiszolgálására vonatkozó új határozatokat. Rámutatott a műholdak jelentőségére, valamint az elektronikus számítógépek szerepére a repüléstervezet elkészítésében.

Lépp I.

*

AZ MTA METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGA

okt. 8-án tartott első őszi ülésén meghallgatta *Mórik József* tájékoztatóját a bio- és orvometeorológia területén kutató, minősített munkájáról. A beszámolóból kitűnt, hogy hazánkban gyakorlati és elméleti szempontból egyaránt hasznos kutatói tevékenység folyik mind

a humán biometeorológiai, mind az állattenyésztés és állathigiéniája meteorológiai vonatkozásainak a területén.

Erdős László — a Bizottság felkérésére — az agro- és hidrometeorológia terén folytatott kutatói munkásságáról számolt be, és egyben változta a jövőre vonatkozó kutatási terveit. A Bizottság javasolta a beszámolóinak, hogy kutatási területe leszűkítésére vonatkozó terveit vizsgálja felül.

Wágner Richard a tervezett felsőoktatási konferencia előkészítésének munkálatairól számolt be, *Justyák János* pedig a szőlő agrometeorológiája problémakörrel foglalkozó anket szervezési kérdéseiről tájékoztatta a Bizottságot.

Az Akadémiai Kiadó gondozásában megjelent Éghajlati Atlasz II., és a Természettudományi Lexikon IV. művekkel kapcsolatban a Bizottság megállapította, hogy az előbbi rendkívül hasznos adatokat szolgáltat mind tudományos, mind gyakorlati szempontból; az utóbbi is jól betölti kitűzött szerepét, de esetleges második kiadás során a meteorológia számára célszerűbb lenne a Lexikonban tágabb teret biztosítani.

Rákóczi F.

*

R. PICCA PROFESSZOREL ŐADÁSAI BUDAPESTEN

Robert Picca a Toulouse-i Egyetem professzora a Kulturális Kapcsolatok Intézetének meghívására, az ELTE meteorológiai tanszéke vendégként, 1969. október 23—30 között hazánkban tartózkodott.

Picca professzor látogatása alkalmából két előadást tartott. A tanszék oktatói előtt az alsó légkör finomstruktúrájára vonatkozó kutatásainak a módszerét és a kapott eredményeket ismertette. A Marcell György Aerológiai Főobszervatórium munkatársainak a Franciaországban folyó jégesőelhárítási kísérletek eredményeiről számolt be. Mind a két előadás élénk érdeklődést váltott ki.

Dési professzornál tett látogatása során tudományszervezési kérdések, valamint oktatási és a kutatási problémák megbeszélésére került sor.

Picca professzor vidéki útja során az erdőháti meteorológiai laboratóriumban, a sídfoki viharjelző obszervatóriumban, valamint a tihanyi geofizikai obszervatóriumban tájékozódott az ott folyó munkákról. A Marcell György Aerológiai Főobszervatóriumban a felhőfizika területén folyó kutatási munka területén tevékenykedő kutatókkal folytatott eszmecsere.

Rákóczi F.

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9—11. Telefon: 221-285

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

69.2855 Athenaeum Nyomda magasnyomása, Budapest

Felelős vezető: Soproni Béla igazgató