

# IDŐJÁRÁS

---

## SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

AMBRÓZY P. (Budapest), F. BAUR (Bad Homburg), BÉLL B. (Budapest), BODOLAI I. (Budapest), M. BOSSOLASCO (Genova), M. ČADEŽ (Beograd), CZELNAI R. (Budapest), F. F. DAVITAJA (Tbiliszi), H. ERTEL (Berlin), SZ. P. HROMOV (Moszkva), S. JAHO (Tirana), P. KASNECI (Tirana), KÉRI M. (Budapest), M. KONČEK (Bratislava), L. KRASTANOV (Szófia), A. MÄDE (Halle/Saale), W. OKOLOWICZ (Warszawa), OZORAI Z. (Budapest), J. PASZYNSKI (Warszawa), F. STEINHAUSER (Wien), K. TAKEUCHI (Tokyo)

FELELŐS SZERKESZTŐ:

**DÉSI F. (BUDAPEST)**

SZERKESZTŐ:

**KAKAS J. (BUDAPEST)**

72. ÉVFOLYAM

**2**

1968. MÁRCIUS—ÁPRILIS

---

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET  
HIVATALOS LAPJA

INDEX 26.361

# IDŐJÁRÁS

ПОГОДА

WEATHER

TEMPS

WETTER

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET HIVATALOS LAPJA

## TARTALOM

Weickmann, H. K. (Boulder, Col.): Az ESSA (Environmental Science Services Administration) időjárás-módosítási programja (angol nyelven) .....	65
Genève, R. (Párizs): A jégeső elleni harc eredményeinek ellenőrzése (francia nyelven) .....	79
Micheller István—Szakácsné Farkas Amália: Csapadékadatok ellenőrzése elektronikus számítógéppel (német és magyar nyelven) .....	85
Kapovitsné Róth Renáta—Koppány György: A középtávú csapadék-előrejelzés módszerének alkalmazása független adatokra (angol nyelven) .....	91
Péczely György: A hóolvadás szerepe Magyarország vízháztartásában .....	95
Bónis Katalin: A légköri aeroszolban levő, vízben oldódó anyagokról .....	104
Titkos Ervin: A földfelszíni nyomásmező előrejelzése .....	110
Dési Frigyes: A gazdaságos meteorológiai kutatásokról .....	114
Wirth Endre: Felhőfizikai szimpózium Szófiában .....	118

## Irodalom

Orsz. Meteorológiai Intézet: Magyarország Éghajlati Atlasza, II. kötet: Adattár (Berkes Zoltán) ...	122
Irányi Jenő—Irányi Jenőné—Somogyi Endre: Az elektromos baleset és a villámcsapás klinikuma és patológiája (Aujeszy László) .....	123

## Krónika

A Magyar Meteorológiai Társaság XL. közgyűlése (P. Szalay G.) — Újabb magyar WMO-ösztöndíjasok (A. Mohácsi M.) — Ülést tartott az MTA Meteorológiai Tudományos Bizottsága (Götz G.) — Nyomjelző aeroszol-részecskék a troposzférában és a sztratoszférában (Simon A.) — Előkészületben Európa klíma-atlasza (Kakas J.) — A balatoni viharjelző szolgálat munkájának amerikai visszhangja (Götz G.) — A Magyar Meteorológiai Társaság agrometeorológiai előadás-sorozata (Varga-H. Z.) — Az új gazdasági mechanizmus alkalmazása a meteorológia területén (Szakály J.) .....	124
---	-----

## SZERKESZTŐSÉG ÉS ELŐFIZETÉSI ÜGYEK:

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

ELŐFIZETÉS: EGY ÉVRE 48 Ft

(BEFIZETÉS A 100.080-70 ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET BEV. SZÁMLÁN)

A METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG TAGJAINAK 24 Ft

(BEFIZETÉS A 61.764 METEOR. TÁRS. TAGDÍJ BEF. SZÁMLÁJÁN)

MEGJELENIK KÉTHAVONKÉNT

EGYES SZÁM ÁRA 8 Ft

H. K. Weickmann (Boulder, Colorado):

## The Program on Weather Modification of the Environmental Science Services Administration (ESSA)\* — Part I. Cloud Dissipation —

Az ESSA (Environmental Science Services Administration) időjárás-módosítási programja. Az ESSA időjárás-módosítási programja a kérdés minden területét érinti. A kutatási tervek elkészítésénél a klasszikus kísérletezés elveit igyekeznek követni. Ezen elvek szerint az első lépés a fizikai koncepció kifejlesztése, amelyet a beavatkozás megtervezése, majd végrehajtása követ. Az alábbi tervek megvalósításán fáradoznak: a csapadék mennyiségének megnövelése, gomolyfelhők dinamikájának módosítása, jégesők és villámcsapások okozta károk megelőzése, valamint hurrikánok kifejlődésének megakadályozása. A modern légköri kutatások ezen egyik legizgatóbb, de ugyanakkor legösszetettebb területén a beavatkozási technológia fejlődése, valamint az időjárás rendszereknek a számszerű modellezéssel kapcsolatos mezometeorológiai analízise sokat ígérő új utakat nyit meg. A szerző átfogó tanulmányát, amely az Egyesült Államokban napirenden levő időjárás-módosítási kísérletek és kutatás jelenét és jövőjét mutatja be, folyóiratunk *három részben* közli.

\*

Программа ЭССА (Environmental Science Services Administration) по изменению погоды. Программа ЭССА по изменению погоды охватывает все области данного вопроса. При составлении планов исследований была сделана попытка придерживаться принципов классического экспериментирования. Исходя из этих принципов первым шагом является разработка физической концепции, после чего следует планирование вмешательства, а за тем — его выполнение. Предусмотрено осуществить следующие планы: увеличение суммы осадков; изменение динамики кучевых облаков, предупреждение убытков, вызываемых градом и грозами и предотвращение развития ураганов. В данной наиболее увлекательной, но в то же время и наиболее сложной области современных атмосферных исследований развитие техники воздействий на облака, а также мезометеорологический анализ систем погоды, связанный с цифровым моделированием, открывают новые обнадеживающие перспективы. Обзорная работа автора, в которой описываются настоящее и будущее экспериментов и исследований по изменению погоды, систематически проводимых в Соединенных Штатах Америки, публикуется нашим журналом *в трех частях*.

\*

### Introduction

It is well known that water is one of the most complex substances on earth and numerous physical and chemical properties are abnormal. In order to add another paradoxon we may say that it is one of the most abundant substances on earth

\*Author: Helmut K. Weickmann D. Sc. Director, Atmospheric Physics and Chemistry Laboratory (ESSA — Boulder, Colorado USA). Exposed on the 13th Congress of the Hungarian Meteorological Society, Sárospatak, Hungary, 24—27 August 1967.

and already one of the most wanted substances. Indeed if we look ahead toward the increase of world population in coming decades the problem of water shortage for a modern technological society is already becoming a nightmare. Bombay, Hong Kong, New York are just a few megalopolis areas who have already experienced the bite of water shortage. I believe President Kennedy once made the statement that the man who solves the problem of water and pollution deserves a peace price. It is therefore natural that man is looking for additional water resources and one of the hopes is to manipulate the water in the sky.

In the year 1949 the total average water vapor inflow per second into the North American Continent was 18,824 million cubic feet, while the total vapor outflow amounted to 11,770 million cubic feet. (1). The per second discharge of the Mississippi river ranges between 135 million cubic feet for low stage and 1,806 million cubic feet for flood stage (1927 flood). We may therefore in a sense quite rightly say that in that year in each second the water equivalent of between 87 (low stage) and 6.5 (flood stage) Mississippi rivers was being lost through the atmosphere. And we may talk about "rivers in the atmosphere" which flow above us and whose water reservoir we want to tap. How readily however is this water available? This water becomes available through precipitation processes. These processes occur over a huge scale of atmospheric phenomena which reach from large scale extratropical cyclones, through mesoscale mechanisms in form of fronts, occlusions and convective storms to microscale phenomena inside the cloud systems such as growth and accretion of ice crystals and water drops, formation of crystals and drops through the help of catalysors, the so-called condensation of freezing nuclei. A well balanced interplay of all these scales is required for the final formation of a raindrop or snow flake or hailstone and this is exactly what makes it so difficult for us to understand the intricacies of these processes let alone to interfere artificially with them. At present our interference is possible only from the end of the macroscale mechanisms — all others nature has to provide. The scale which we are talking about is that of the freezing and condensation nuclei which affect the clouds through microphysical processes.

What have we accomplished through manipulating with this scale, how reproducible were the effects and does it encourage us to hope for more?

We have dissipated clouds and fogs, we have caused clouds to grow far beyond what they would have reached naturally, we have caused heavy snow showers and we have evidence — though only statistically — that we have persistently augmented rain in orographic precipitation systems as well as in extratropical cyclones.

Let us review our accomplishments in the succeeding chapters.

### *1. Cloud Dissipation:*

Water droplets form at the cloud base on so-called condensation nuclei, when saturation is reached, ice crystals form in a cloud at temperatures below freezing under the influence of so-called ice nuclei. The relative natural frequency of condensation nuclei may produce 1 to 1000 cloud droplets per cc. Each ice nucleus may produce one ice crystal either directly from vapor or from water through crystallization. Their frequency is such that at  $-10^{\circ}$  C only one ice crystal will form amongst  $10^5$  to  $10^6$  cloud droplets. This is why we have supercooled clouds. The ratio of droplets to ice crystals converges to unity at  $-40^{\circ}$  C at which temperature all condensation nuclei serve also as ice nuclei.

Through the early work of *Langmuir* and *Schaefer* we know that we can nucleate a supercooled cloud with dry ice or artificial freezing nuclei of which silver iodide has become the best known and most widely applied substance. There is no need of explaining the nucleation process here; we know that nucleation can be caused by solid, liquid or gaseous substances, that electric fields have their influence also. More important is the fact that certain natural dispersion mechanisms

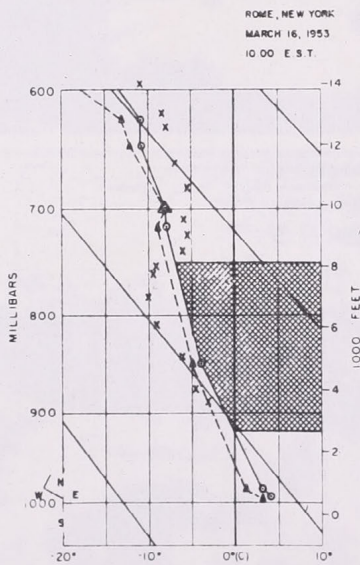
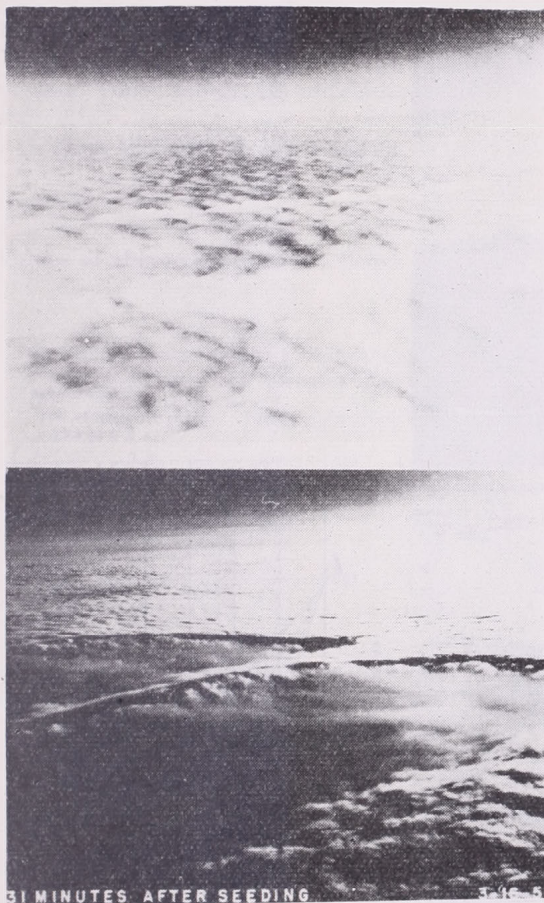


Fig. 1. Development of two lines seeded with dry ice in a nonconvective stratus deck. March 16, 1953, Rome, New York. Lower graph gives thickness of cloud layer and radiosonde temperature as well as temperature measured in aircraft (crosses x)

1. ábra. Nem konvektív eredetű Stratus-felhőtakaróban létrehozott két nukleált sáv további fejlődése. 1963 március 16, Rome (New York állam). Az alsó diagram megadja a felhőréteg vastagságát és a rádiószondák útján mért hőmérsékletet, valamint (kereszttel jelölve) a repülőgépen mért hőmérsékletet is

exist which we can advantageously utilize to produce from one gram of the nucleant substance up to  $10^{15}$  nuclei. The most widely used process is a combustion process followed by rapid quenching of the fumes.

If a sufficiently large number of ice crystals is generated in a supercooled cloud they grow rapidly at the expense of the water droplets, fall out and either evap-

orate in mid air below the level of the original water cloud, or deposit as snow or rain on the surface leaving behind a cloud free space.

The number of ice crystals which need to be generated to dissipate a stratocumulus cloud can be estimated from the rate of condensation which is governed by the updraft and the rate of evaporation of the cloud droplets on account of the artificially generated ice crystals. Under the assumption that the supersaturation

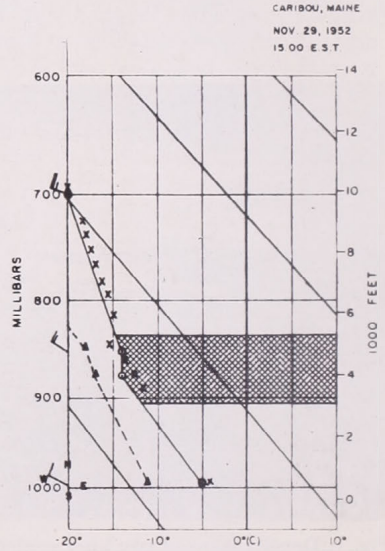


Fig. 2. Development of seeding in a convective stratocumulus deck (right picture) and in a cloud line (left picture). Lower graph as in Fig. 1

2. ábra. A nukleált rész további fejlődése egy konvektív jellegű Stratocumulus-felhőtakaróban (jobb oldali kép) és egy felhőút mentén (baloldali kép). Az alsó diagram ugyanazokat a mennyiségeket ábrázolja mint az 1. ábrán

due to the rate of condensation of a cloud is zero, we can say with *Fletcher* (1962)

$$Q_1 u = Q_2 \frac{dM}{dt}$$

Here  $Q_1$  and  $Q_2$  are thermodynamic functions  $u$  is the updraft velocity and  $dM/dt$

the rate of condensation.  $Q_1$  and  $Q_2$  have been evaluated by *Squires* (1952) in the form:

$$Q_1 = \frac{LM_o g}{RT^2 c_p} - \frac{M_a g}{RT}$$

$$Q_2 = \frac{L^2 M_o}{TPM_a c_p} + \frac{RT}{pM_o}$$

In these equations  $P$  is the total atmospheric pressure,  $M_a$  the average molecular weight of air and  $c_p$  its specific heat at constant pressure;  $p$  is the partial pressure of water vapor and  $M_o$  its molecular weight, and  $g$  is the acceleration due to gravity.

Thus the rate of condensation is

$$\frac{dM}{dt} = \frac{Q_1}{Q_2} u$$

Values of this expression are listed on table I as a function of temperature for an

TABLE I

Table I. Critical Concentration of Ice Nuclei ( $N_c$ ) for Complete Cloud Glaciation within 5 minutes

Assumptions: Plane Dendritic Growth Mode; Cloud Updraft of 50 cm sec<sup>-1</sup>

T	$Q_1 Q_2$ (g cm <sup>-4</sup> )	Vapor Supply dM/dt (g sec <sup>-1</sup> cm <sup>-3</sup> )	Vapor Extraction per crystal (.01 cm)	Critical Ice Nuclei $N_c$
-5C	$1,285 \times 10^{-11}$	$6,42 \times 10^{-10}$	$1,9 \times 10^{-9}$ g sec <sup>-1</sup>	340 l <sup>-1</sup>
-10	1,045	5,23	$2,9 \times 10^{-9}$	180
-20	0,623	3,12	$0,3 \times 10^{-9}$	105
-30	0,323	1,62	$1,9 \times 10^{-9}$	85
-40	0,147	0,735	$9,2 \times 10^{-9}$	80

assumed updraft velocity of 50 cm/sec. For the *Bernard* cell circulation pattern of a stratocumulus deck we believe that this updraft value is realistic.

The rate of vapor diffusion from the water drops to one dendritic ice crystal is determined by the growth equation of the ice crystal.

$$\frac{dm}{dt} = 4\pi C G' S_i \rho_i$$

Here  $C$  is the crystal shape factor (capacitance),  $C = 2r/\pi$ ,  $G$  is a thermodynamic function as follows:

$$G' = \frac{G''}{i} \quad G'' = D \rho_{vi} \left[ 1 + \frac{DL_s^2 \rho_{vi} M_o}{RT^2 K} \right]^{-1}$$

$S_i$  = supersaturation with respect to ice

$\rho_i$  = density of ice

$D$  = diffusivity of water vapor

$L_s$  = latent heat of sublimation

$\rho_{vi}$  = vapor density over ice surface

$M_o$  = molecular weight of vapor

$R$  = universal gas constant

$T$  = abs. temperature

$K$  = thermal conductivity of air

The number  $N$  of ice crystals necessary in a certain cloud volume to effectively take up the condensed water can be computed through the relationship

$$\frac{dM}{dt} = N \frac{dm}{dt}$$

For the temperature range  $-10$  to  $-20^\circ\text{C}$   $N$  is 175 to 105 crystals per liter. This concentration is in good agreement with concentrations of nuclei which were com-

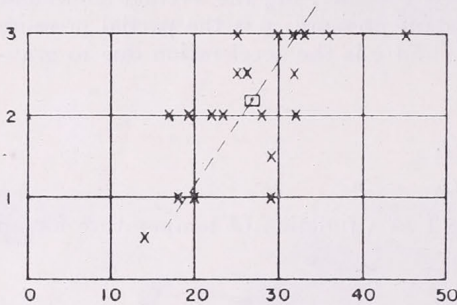
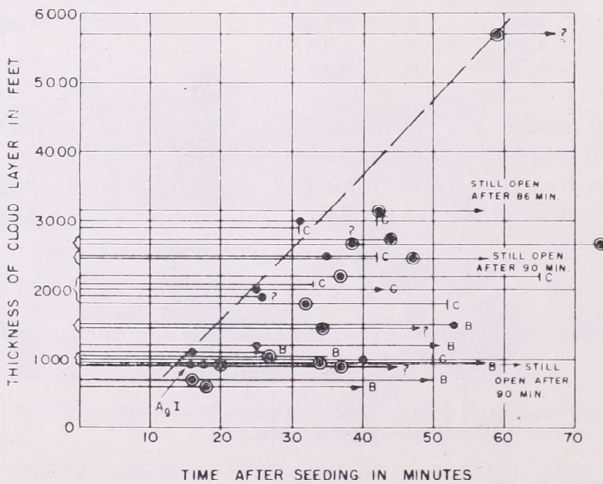


Fig. 3. Lateral spreading of a seeded line. Abscissa: Time after seeding in minutes, Ordinate: width of seeded track in miles

3. ábra. Egy nukleált sáv oldal felé való terjeszkedése. Abszcissza: a nukleálás után eltelt idő percekben. Ordinátá: a nukleált sáv szélessége mérföldben

puted from dry ice seeding experiments. It was found that a cloud volume of  $1.5 \text{ km}^3$  could be dissipated depending on its convective state by a seeding rate of between 1 and 20 pounds per mile. As 1 g dry ice at  $-10^\circ\text{C}$  generates  $3 \times 10^{10}$  nuclei it follows that 10 to 200 crystals per liter were to be generated (Weickmann 1957).

GRAPH OF LIFE HISTORY OF 27 SEEDING EXPERIMENTS



- - GROUND VISIBLE (AVERAGE RATE OF SEEDING 2.9 LBS. DRY ICE PER MILE)
- ⊙ - GROUND VISIBLE (AVERAGE RATE OF SEEDING 14.1 LBS. DRY ICE PER MILE)
- C - SEEDING AREA HAS CLOSED IN AGAIN.
- B - CLOUD DECK IS BREAKING UP, END OF OBSERVATION OF SEEDING AREA.
- ? - DEVELOPMENT NOT OBSERVED.

Fig. 4. Dissipation of supercooled cloud deck vs thickness of cloud deck

4. ábra. A túlhűlt felhőtakaró feloszlásának függése a felhőtakaró vastagságától

It was found that a seeding rate of 16 g AgI per mile corresponds to 4 to 5 lbs of dry ice per mile.

The difference in response to seeding between a non-convective stratocumulus deck and a convective one is illustrated by Fig. 1 and Fig. 2. Fig. 1 indicates a very homogeneous spreading of the ice crystals generated and the area has almost the appearance of a lake. Beautiful halo phenomena are usually visible which stem from both oriented and non-oriented ice crystals. When the cloud deck is more

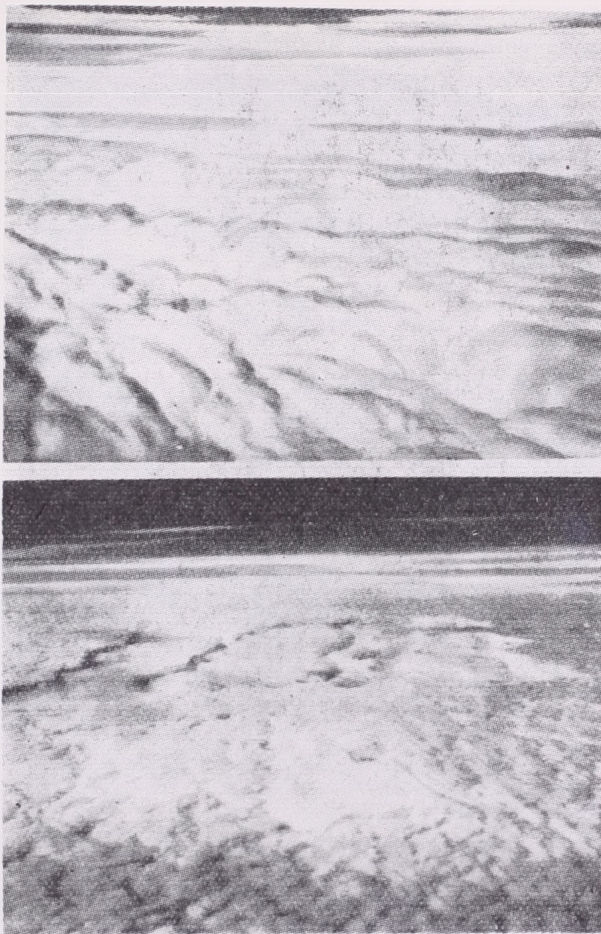


Fig. 5. Time sequence of stratus dissipation. Upper fig.: 15 min., lower fig.: 35 min. after seeding

5. ábra. A Stratus-felhő szétoszlatásának időbeli lejátszódása. Felső ábra: 15 perccel a nukleálás után. Alsó kép: 35 perccel a nukleálás után

convective and the up-currents exceed the fall velocity of the ice crystals then areal dissipation does not occur but only separate holes lined up along the seeding path. These conditions could be observed clearly at one time when a cloud line was seeded: no ice crystals came out at the cloud base but left and right of the cloud line at top level two ice crystal clouds emerged. (Fig. 2.) The lateral spreading after seeding is shown in Fig. 3. The graph indicates that the spreading of the line begins within a developing time of about 10 minutes after seeding and continues at about a rate of one mile per 10 minutes in both directions or about  $\frac{1}{2}$  mile in 10 min in one direction or at a speed of about 1,3 m/sec. We believe that this

speed is determined largely by the Benard cell convection within the cloud deck.

The time required for dissipation of a cloud deck is illustrated in Fig. 4., while Figs. 5 and 6 illustrate the time sequence of a dissipation experiment.

*Secondary phenomena following seeding:*

Release of heat of fusion: The cloud decks were usually seeded with dry ice ground to pea or cherry size. When seeding was accomplished with rice or farina-

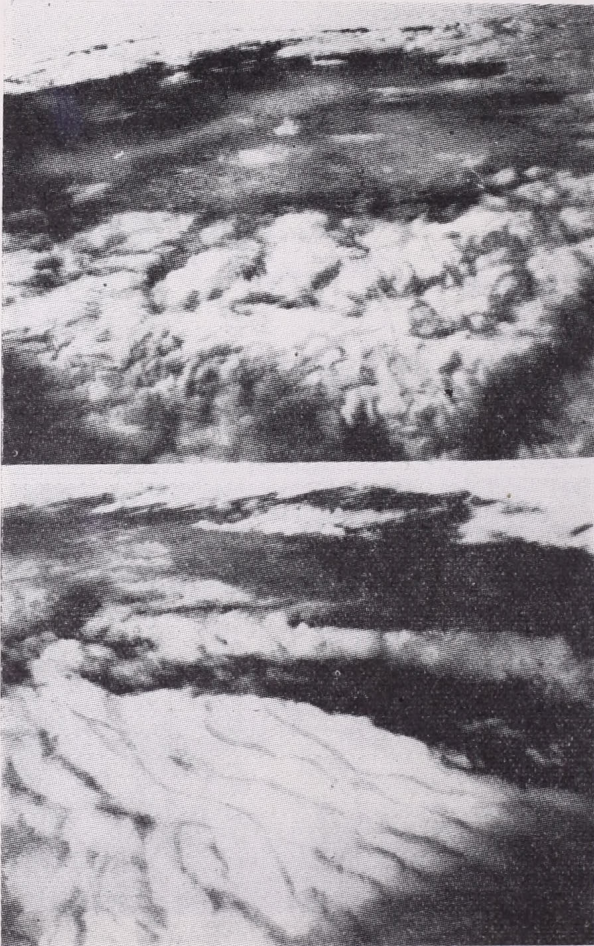


Fig. 6. Time sequence of stratus dissipation. Upper fig.: 70 min., lower fig.: 75 min. after seeding

6. ábra. A Stratus-felhő szétesésének időbeli lejátékozása. Felső kép: 70 perccel a nukleálás után, alsó kép: 75 perccel a nukleálás után

sized kernels the cloud tops would bulge due to buoyancy caused by the sudden freezing of all supercooled droplets which releases heat of fusion in bulk. It is interesting that the same effect was not observed during the regular seeding procedure using cherry sized dry ice particles. Apparently when heat of fusion is to be released the cloud has to be crystallized all at once, otherwise the heat released through fusion along the path of individual-pellets causes internal eddies rather than a bulk-directed effect.

*Cloud formation following seeding:*

During cloud dissipation experiments carried out on supercooled cloud layers over Michigan during the years 1951 to 1955 it was noticed that as the experiments were carried into early Spring the dissipated area usually filled in quite rapidly with convective clouds after the clearing had been accomplished. This was taken as a sign that sun radiation penetrating to the surface after the clouds had been dissipated had initiated thermal convection and started cumulus cloud formation. (See the row of cumuli in the upper part of the lower picture of Fig. 6.) There was however one particularly interesting case which indicated that other thermodynamic processes may play a more important role than surface convection. (Fig. 7.)

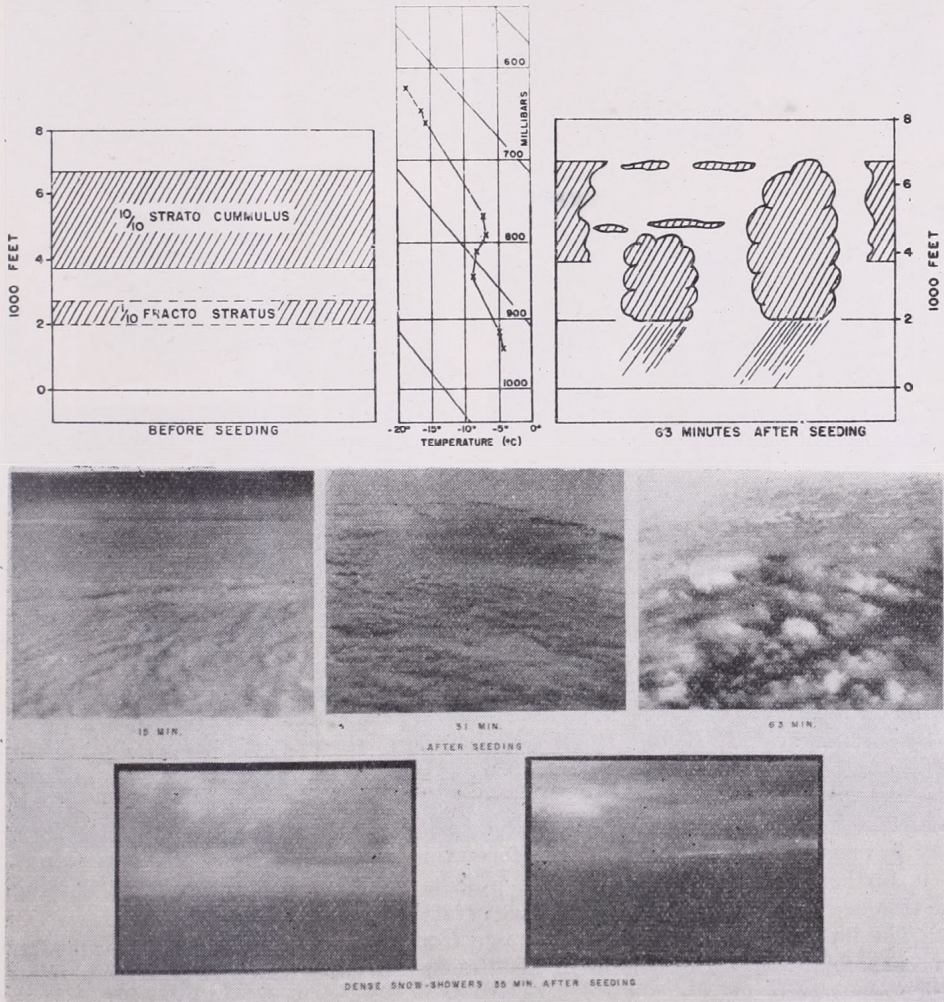


Fig. 7. Composite diagram of seeding experiment on 24 November, 1953. (over Milwaukee Wis.)  
Formation of heavy snow showers following seeding

7. ábra. Az 1953. november 24-én végzett nukleálási kísérlet összetett diagramja. A kísérlet színhelye Milwaukee, Wisconsin állam. A nukleálás nyomán heves hózáporok alakultak ki

A cloud deck had been seeded which extended between 1060 m to 2030 m and had a temperature of  $-8^{\circ}\text{C}$ . Seeding was accomplished along two 10 miles long parallel legs 3 miles apart from each other and it was observed that after  $\frac{1}{2}$  hour no dissipation had taken place. The time was November 29, 1953 and seeding had been done over Milwaukee in a easterly moving stratocumulus. After  $\frac{1}{2}$  hour the seeded area had moved well out over Lake Michigan. After penetrating the cloud deck downward a most interesting development was observed with no precipitation

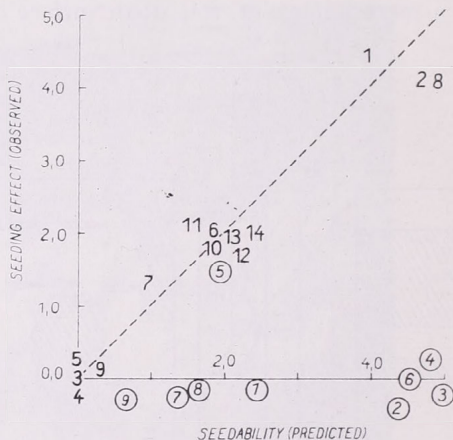


Fig. 8. Relationship between predicted and observed cloud response. Abscissa: Predicted increase of top level of cloud in kilometers after potential seeding. Ordinate: Observed increase of top level of cloud in kilometers after seeding or non-seeding

8. ábra. Kapcsolat a felhő viselkedésének előrejelzett és megfigyelt alakulása között. Abszcissza: a felhő csúsmagasságának az az értéke kilométerben, amelyet az esetleg végrehajtandó nukleálás után az előrejelzés szerint el kellene, hogy érjen. Ordináta: a felhő csúsmagasságának ténylegesen megfigyelt növekedése nukleálás után és nem-nukleált esetekben

well within 50 miles radius: a real miniature squall line had formed along the seeded paths. Cumulus congestus clouds had grown from a fracto stratus layer at 600 m, temperature  $-5^{\circ}\text{C}$ . Heavy snow showers were discharged to the water surface making cargo ships disappear and real bumpiness was experienced when the showers were penetrated. Behind the front, clearing of the sky had set in. There is no other explanation than a steepening of the lapse rate through the descending and evaporating artificially generated ice crystals. When these ice crystals fell through the moist fractostratus layer heat of sublimation may have been released also and may have given the initiative to the formation of the cumulus congestus clouds. It is furthermore of interest that the process was not self-propagating: without the trigger mechanism of the artificial ice crystals the squall line died out.

The important conclusion to be drawn from this experiment is that secondary processes following seeding modified the atmospheric structure and produced effects which were quite unexpected.

#### Artificial Cloud Formation:

While artificially clouds can only be stimulated to form through processes of forced convection, as they occur over burning forests or large fire areas of different

origin, the heat input which is required is so large as to render the process uneconomically in most cases. The life history of existing clouds can however become profoundly modified through seeding with ice nuclei. This has recently been demonstrated in well designed randomized experiments by Joanne Simpson, et al. These authors seeded maritime cumulus congestus clouds with the intent to release heat of fusion and thus to increase the cloud buoyancy. Reports of such a possibility had been published previously in the famous experiments by Kraus and Squires in 1947 in which a cumulus congestus cloud had been seeded with 150 to 200 lbs

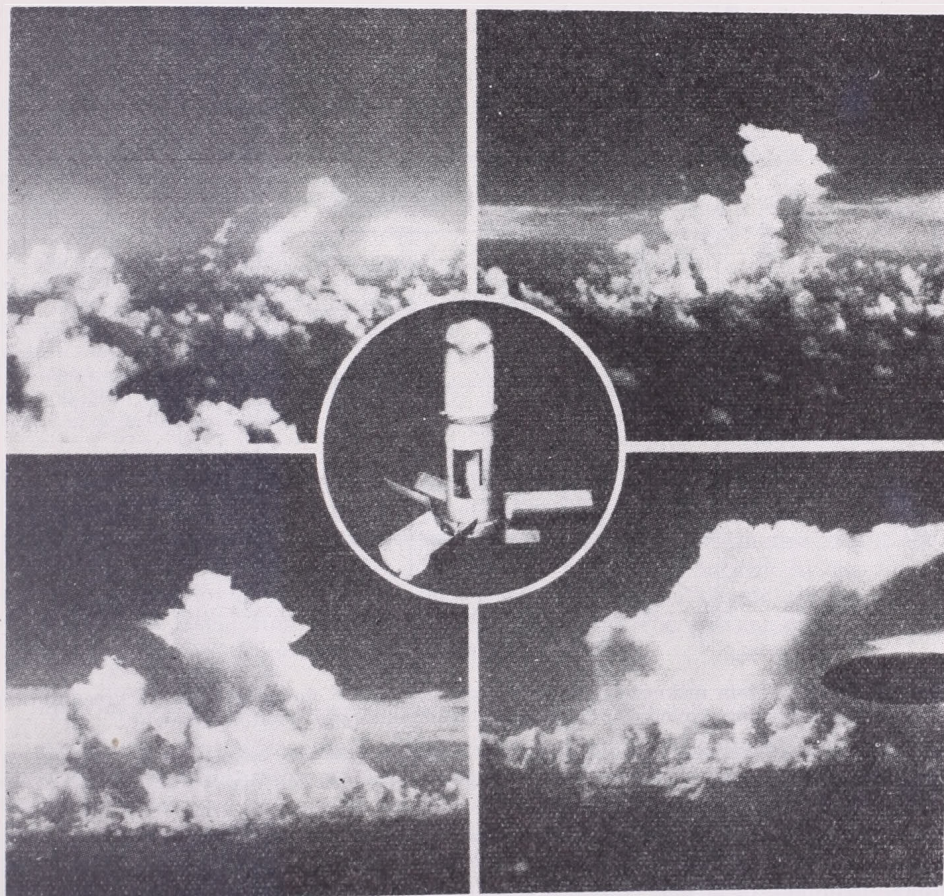


Fig. 9. Cloud "explosion" after seeding

9. ábra. A felhő „robbanásszerű növekedése” a nukleálás nyomán

of dry ice and had subsequently grown in height and volume and rained profusely. It is strange that during the very systematically executed rain making experiments by the U. S. Weather Bureau, Air Force and Navy from 1948—1950 such a cloud reaction had never been observed. It is however likely that in those experiments the critical high seeding rate which is necessary for an effective release of heat of fusion had never been attained. The most recent systematic experiments mentioned above were therefore possible only on the basis of a newly developed seed-

ing technology, namely that of seeding by means of pyrotechnic mixtures of AgI. These mixtures permit to store a large amount of silver iodide and to burn it for the formation of nuclei when needed. Units called alectos containing 1.2 kg of AgI were released from the seeding aircraft into the clouds after the cloud had been selected through a randomizing procedure in order to permit a selection into seeded and control clouds. A total of 22 clouds were studied, 15 seeded and 7 controls. The 15 seeded clouds were each seeded with 16 alectos or about 19 kg AgI. Little is known quantitatively of the efficiency of the specific pyrotechnic mixture but

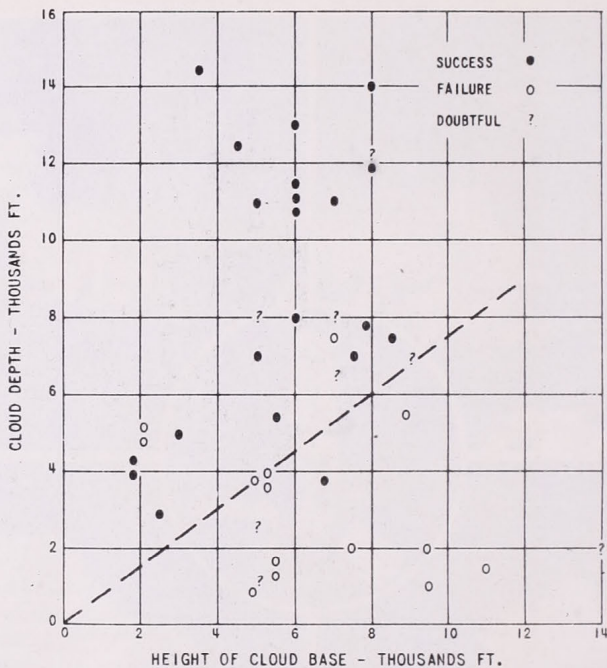


Fig. 10. Results of rain making experiments from convective clouds in Canada: Precipitation reaching ground as a function of cloud depth and cloud base height

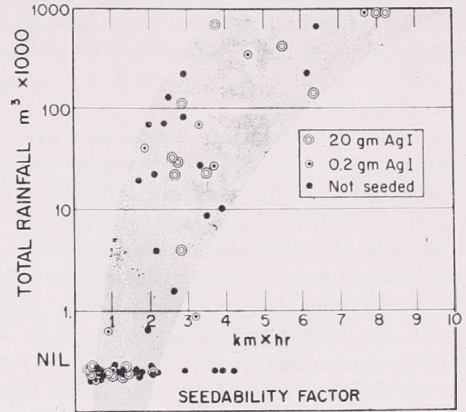
10. ábra. Konvektív felhőkön végzett mesterséges esőkeltési kísérletek eredményei Kanadában. A talajszintet elérő csapadék mint a felhő vastagságának és a felhőalap magasságának függvénye

a number of  $5.5 \times 10^{11}$  ice crystals formed per one gram AgI at  $-10^\circ\text{C}$  appears reasonable. 19 kg of this mixture will give  $10.5 \times 10^{15}$  nuclei or 10.5 nuclei for each cubic-centimeter of a one cubic-kilometer cloud volume. Since the seeded cloud volume may easily be between one and ten cubic-kilometers and quick release of the heat of fusion is necessary for achieving optimum results, the seeding rate must have been adequate for the purpose. Of 15 clouds, seeded between 5750 and 7900 m msl, two-thirds underwent large vertical growth while of the 7 unseeded control clouds only one grew to 9400 m. During the experiments a sufficiently large number of cloud measurements were taken which permitted a theoretical appraisal of the cloud response. The theory predicted the cloud response and it has been shown in the meantime that actual cloud response and predicted cloud response are in a statistically significant relationship. (Fig. 8.) This is most significant as it means that cloud response can be predicted from theory of convection. This prediction

refers to cloud growth in height; the actual experiments however indicated that actually two types of responses occur: one in which the top of the cloud more or less floats off to higher levels due to the locally increased buoyancy, and one in which the cloud not only grows in height but also in width. (Fig. 9.) These latter cases are the most interesting ones as they indicate that the life history of the entire cloud was changed thoroughly, more air must become entrained at the base in order to permit growth in width and it is these cases which still defy theoretical analysis. It is believed that secondary thermodynamic effects perhaps as mentioned

Fig. 11. Seedability factor for rain making from convective clouds according to Australian experiments. Abscissa: Seedability factor expressed as produce between cloud depth in km and lifetime in hours. Ordinate: total rainfall from cloud in 1000 m<sup>3</sup>

11. ábra. A konvektív felhőkből való mesterséges esőkeltésre vonatkozó nukleálhatósági tényező értéke Ausztráliában végzett kísérletek alapján. Abszcissza: a nukleálhatósági tényező kifejezve a következő szorzattal: a felhővastagság kilométerekben, szorozva a felhő élettartamával órákban. Ordináta: a felhőből kihulló összes csapadék, ezer köbméterben



above in the Lake Michigan experiment play a role. It is immediately obvious that this cloud response is of the utmost practical significance as with the greatly increased cloud volume not only the cloud liquid water will have increased but also the cloud's capability to produce precipitation. With this outlook in the future potential of development of precipitation from convective clouds we leave this portion of this fascinating chapter in order to discuss the present status of rain making experiments from convective clouds.

*Artificial rain from convective clouds:*

At the onset of this subject we would like to emphasize that our theoretical knowledge of the formation of precipitation in convective clouds is in its infancy. Braham, has made an analysis of the water budget of a single cell air mass thunderstorm and has established that only about 10% of the total water vapor entrained falls out as rain. About twice as much remains lost for the precipitation in the rest cloud and anvil. Consequently, a sufficient amount of water should be available for artificial precipitation. We have however no way of assessing the required seeding rate and we likewise do not know which level and which temperature range is the optimum for introducing the seeding agent. Under such circumstances one should weigh only such rain making experiments where a specified amount of seeding agent has been introduced into individual clouds by a specified procedure. Of such experiments not many are available in the published literature. Such experiments were the very first rain making experiments conducted from 1948 to 1950 by R. Gunn, et al. Seeding was done with dry ice into cloud tops. The result of these experiments was essentially negative.

Fig. 10 illustrates results of rain making experiments from cumulus clouds in Canada. The graph indicates a dependency on cloud depth as well as on height

of cloud base level. Unfortunately no detailed data are available. The most recent systematical experiments in this respect are those conducted by Australian investigators. These authors studied 66 cases. This sample contained 33 seeded and 33 unseeded cases and of the 33 seeded cases 20 were seeded with 20 g AgI per cloud and the remainder with .2 g AgI. The output and efficiency of the burners used were known exactly, the results were also published. Each cloud was seeded for a duration of 2 minutes at the cloud base and suitable clouds had to be in agreement with nine specifications. Some of the critical ones are as follows: (1) the temperature of the free air near to and level with the cloud top was  $-5^{\circ}$  C or colder; (2) the depth of the cloud exceeded half the terrain clearance of the base and also exceeded 1000 m; (3) the height of cloud base did not exceed 3500 m; (4) the cloud is actively growing, not being subjected to excessive shear; (5) no visible rainfall from the cloud prior to treatment and no visible rainfall from other clouds within 30 km prior to treatment.

The precipitation discharged was measured at the cloud base, using an aluminium foil impactor from which the raindrop spectra were obtained. The results indicated that the precipitation discharged was influenced by the top temperature of the clouds, for temperatures warmer than  $-10^{\circ}$  C no seeding effects were detected. For top temperatures colder than  $-10^{\circ}$  C the following results were obtained: (1) Clouds seeded with smaller burner yielded more rain than unseeded clouds but the difference was not statistically significant. (2) The life time of clouds seeded with the larger burner exceeded that of unseeded clouds but again the difference was not significant. (3) Seeding does not appear to have greatly affected the maximum height reached by the cloud tops but may have caused them to maintain their height for a longer time. (4) The mean rainfall from clouds seeded with the larger burner was several times greater than that from unseeded clouds, the difference was statistically significant and the conclusion is drawn that seeding increased the rainfall.

The published data of these authors permit the definition of a "Seedability index" consisting of the product between lifetime of cloud (exactly lifetime after decision of seeding or non-seeding was made) in hours times depth of cloud at instance of seeding in kilometers. This index should be 2.5 to 3.0 in order to make rain, whereby it is assumed that the temperature conditions of the clouds are favorable for seeding. Neither seeded nor unseeded clouds for which the seedability index was 2 or smaller yielded any precipitation. (Fig. 11.)

The continuation of identical tests in different climates and with a greater variety of clouds is most desirable.

(Continued)

---

## Le contrôle des résultats de la lutte contre la grêle\*

*A jégeső elleni harc eredményeinek ellenőrzése.* A tanulmány röviden összefoglalja azokat a problémákat, amelyek a jégeső elleni kísérletek (elsősorban talaj-generátorok esetén ellenőrzésekor felmerülnek. Ismerteti továbbá a kis és nagy kiterjedésű kísérletek ellenőrzésére használatos eljárásokat, kiemelve az úgynevezett véletlenszerű beavatkozások módszerét. Ez a módszer azonban, mint a szerző megállapítja, csak a jégesővel járó időjárási helyzetek kielégítő előrejelzése esetén alkalmazható sikerrel. További problémát jelent azon helyzetek megállapítása, illetve előrejelzése, amelyek alkalmával az ezüst-jodid részecskék vertikális terjedése kielégítő. Végeredményben a szerző azt a konklúziót vonja le, hogy a jégeső elleni kísérletek ellenőrzése, illetve a jégesők előrejelzésének problémája szoros összefüggésben van egymással. Ezt a további kutatások irányának kijelölésekor minden esetben figyelembe kell venni.

\*

*Проверка эффективности борьбы против града.* В работе дается краткий обзор проблем, возникающих при оценке экспериментов по защите против града (прежде всего с применением наземных генераторов). Излагаются методы, применяемые для проверки результатов микромасштабных и мезомасштабных экспериментов, причем особое внимание уделяется т. н. методу вмешательства случайного характера. Однако этот метод может применяться с успехом только при удовлетворительном прогнозе градового синоптического положения. Дополнительные проблемы связаны с определением или предсказанием синоптических положений, при которых обеспечено достаточное вертикальное распространение частиц иодисто-серебра. В заключение автор делает вывод о наличии тесной связи между проверкой экспериментов для защиты против града и проблемой предсказания града. Это обстоятельство необходимо учитывать при определении направления дальнейших исследований.

\*

Les opérations de lutte contre la grêle sont fort anciennes en France. De nombreux procédés ont été adoptés par le monde agricole, avec des fortunes diverses. Certains, bien que critiqués au point de vue scientifique et technique, se sont «incrustés» dans certaines régions à la faveur d'un contrôle rudimentaire, en grande partie subjectif, transmis par tradition.

Depuis quelques années, des méthodes plus scientifiques tendent à les supplanter, mais la diversité de techniques actuellement proposées crée une confusion, dont s'émeuvent les usagers et les pouvoirs publics. Cette compétition est louable, et même profitable, lorsqu'elle crée une émulation entre chercheurs. Mais ce profit ne peut être effectif, que si ces méthodes sont accompagnées d'un procédé de contrôle objectif et efficace. Malheureusement il est difficile déjà de concevoir de tels contrôles, et encore plus difficile de les mettre en pratique.

Dans cet exposé, nous allons passer en revue les différentes méthodes de contrôle proposées et essayer d'en discuter la valeur.

Au risque de vous décevoir, je dois dès maintenant vous avouer qu'il ne me paraît pas possible actuellement, tout au moins pour les méthodes utilisées dans notre pays, de fournir un jugement rigoureux et objectif sur l'efficacité de ces opérations de lutte contre la grêle, uniquement fondé sur les résultats obtenus.

Il est naturel de concevoir que les méthodes de contrôle seront différentes, suivant qu'il s'agit d'une modification d'ensemble des orages sur une vaste région ou, au contraire, d'une action limitée à un nuage ou à une portion de nuage.

\* La conférence dont l'auteur est M. R. Genève, ingénieur en chef de la Météorologie Nationale (Paris), a été tenue à l'occasion du 13e Congrès de la Société Météorologique Hongroise à Sárospatak, 24—27 août 1967.

Un des premiers points, et des plus importants, consiste à préciser la grandeur qui caractérisera l'importance des chutes de grêle. Eu égard à sa signification physique, c'est l'intensité de la grêle, (masse de grêle déversée par unité de temps et de surface) qui paraît la plus intéressante. Toutefois cette grandeur n'est pas accessible avec l'instrumentation actuellement disponible. Elle exigerait en outre un réseau extrêmement dense par suite de la variabilité dans temps et dans l'espace. Enfin, il est nécessaire de tenir compte de la répartition des diamètres de grêlons,

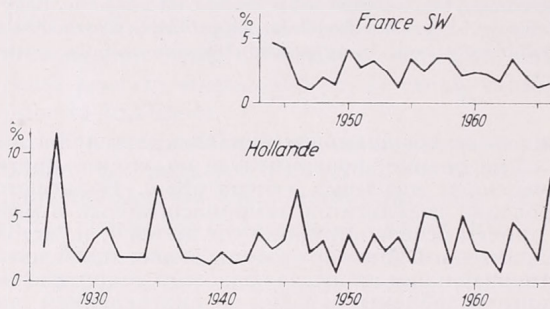


Fig. 1.

puisque la modification se propose aussi bien de supprimer la grêle que de diminuer le diamètre des grêlons. Le maximum du diamètre des grêlons serait peut être une grandeur représentative, mais l'appréciation fournie par les observateurs bénévoles ne fournit pas toujours la sécurité d'une information objective et certaines chutes de grêle présentent un spectre très étendu de diamètres.

Il existe, cependant, une instrumentation qui permet d'atteindre à l'intérieur du nuage la concentration, la diamètre, et la nature des particules, c'est le radar ou une combinaison de radars. Cette méthode instrumentale est, à ce que je sache, à la base des contrôles effectués par nos collègues russes. Je ne l'évoque donc ici que pour mémoire, puisqu'elle sera analysée par ailleurs.

Le moyen le plus commode est incontestablement l'utilisation des primes de sinistres payées par les assurances. Pour élimier les variations du coût des récoltes, on a l'habitude de représenter les dégâts par le rapport entre les primes versées et les capitaux assurés. L'inconvénient de cette représentation est évident: variation saisonnière et spatiale de la vulnérabilité des récoltes, influence des autres météores accompagnant la grêle, comme le coup de vent et la pluie, intégration de la durée locale de la chute et de l'aire des surfaces grêlées. En vue d'éliminer ce dernier facteur certains auteurs ont tenu compte des surfaces grêlées en ramenant les dégâts à une unité d'aire.

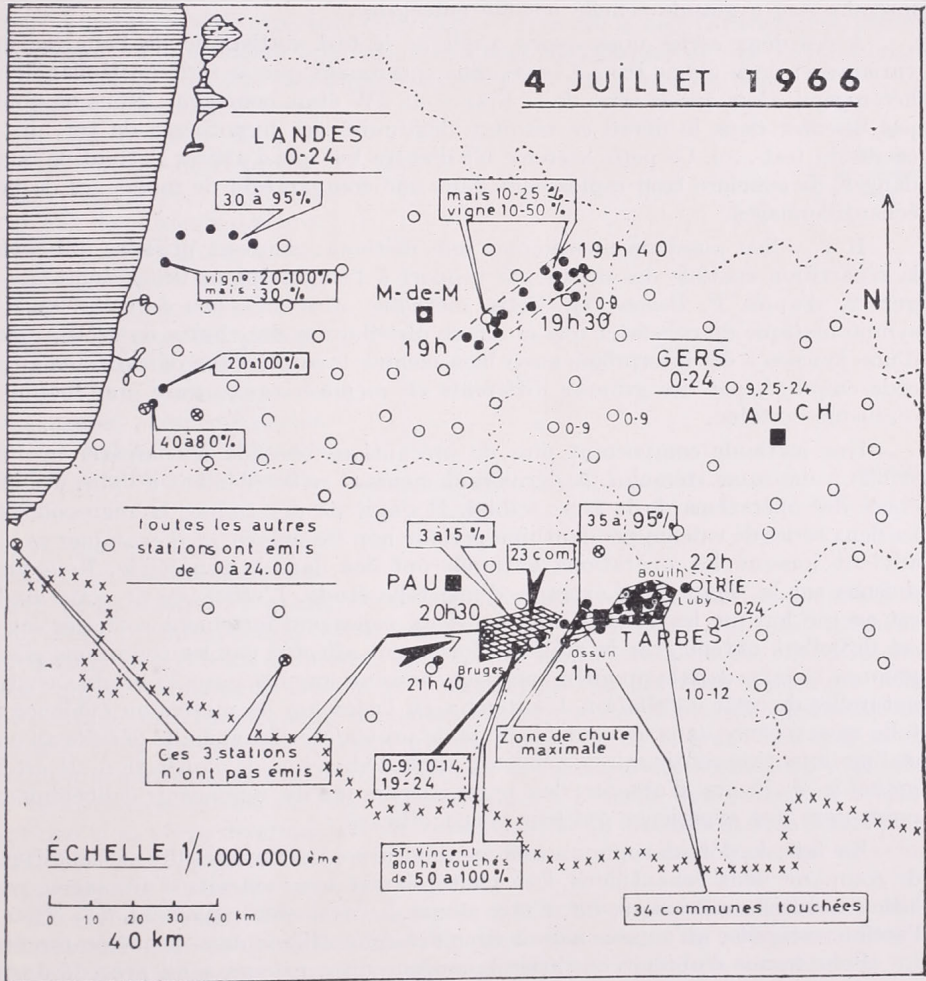
Toutefois il faut reconnaître à cette représentation une qualité importante, puisqu'elle permet d'apprécier directement la rentabilité d'une opération, en comparant le bénéfice résultant de la diminution des dégâts au coût de l'opération antigrêle.

Ces considérations font apparaître le sérieux handicap résultant des défauts de l'information sur les caractères de la grêle. On a examiné d'ailleurs la corrélation entre les différentes sources d'information; le résultat, à première vue, est assez décevant.

Après cet inventaire de l'information disponible, nous nous proposons d'examiner les différentes méthodes de traitement pour en déduire l'efficacité de la lutte contre la grêle. Nous commencerons par celles, qui sont applicables à une action à grande échelle, comme, par exemple, un réseau de brûleurs au sol couvrant une superficie de plusieurs centaines, et même plusieurs milliers de km<sup>2</sup>.

La méthode qui vient naturellement à l'esprit est de comparer dans une série chronologique les valeurs obtenues avant, et après le début des inséminations.

Lorsqu'on utilise le montant des dégâts, ou leur rapport aux capitaux assurés, la courbe chronologique présente de fortes variations, si bien que le changement n'est pas évident. Nous reproduisons sur la *figure 1* l'une de ces séries indiquant la variation du rapport dégâts/capitaux pour le S. W. de la France, où une insémination à grande échelle a débuté en 1959 et se poursuit encore actuellement [1]. Il faut avoir recours à la statistique, et le plus commode est de comparer les moyennes des deux tronçons de la série. Même si cette comparaison est favorable au procédé, il est nécessaire de montrer:



**LÉGENDE GÉNÉRALE DES CARTES**

- STATIONS D'ÉMISSIONS
- COMMUNES GRÊLÉES
- ⊙ } STATIONS GRÊLÉES
- ⊖ STATIONS N'AYANT PAS ÉMIS [ou pour lesquelles nous n'avons pas reçu de fiche]

- ➔ DIRECTION DE L'ORAGE
- 12 h 00 HEURE de la CHUTE de GRÊLE
- 17-24 HORAIRE d'ÉMISSION
- Limites départementales

Fig. 2.

- 1°) — que la différence des moyennes est significative et qu'elle ne résulte pas de deux échantillonnages tirés au hasard d'une même population
- 2°) — que cette différence ne résulte pas d'une »tendance« associée à une évolution climatique
- 3°) — que des causes non météorologiques ne soient responsables des variations des dégâts

Pour illustrer cette difficulté nous reproduisons également sur la figure 1, une série de rapports dégâts/capitiaux pour la Hollande, où à notre connaissance, aucune insémination à grande échelle n'a été entreprise.

A ces deux séries nous avons appliqué le test statistique de l'analyse de la variance et nous avons trouvé le résultat surprenant que la série de Hollande était hétérogène, alors que la série de la France du SW était homogène. Nous ne voulons pas discuter dans le détail ce résultat (légitimité des hypothèses de travail, efficacité du test . . .). Ce petit exercice n'a d'autre but que d'attirer l'attention sur le danger, de conclure trop rapidement dans une comparaison de moyennes de petits échantillonnages.

Il y a lieu aussi de mentionner une méthode, souvent utilisée, qui analyse la répartition spatiale des dégâts par rapport à l'emplacement des générateurs (figure 2, d'après P. Deyres [1]). Cette méthode offre très peu de garanties. C'est symptomatique de constater que la même distribution des chutes de grêle au cours d'une journée a été interprétée aussi bien comme favorable que défavorable au procédé employé, par des groupes différents et même rivaux, avec une bonne foi d'ailleurs certaine.

Une méthode comportant plus de précautions consiste à comparer une zone »cible« à une zone »témoin«, la dernière demeurant naturellement à l'abri des influences des opérations de la zone »cible«. Il s'agit de déterminer la régression entre les deux séries de valeurs pendant une période non inséminée, et d'examiner ce qu'il advient lorsque les opérations antigrêle ont lieu dans la zone cible. Nous reproduisons sur la figure 3 un exemple d'une telle étude. L'efficacité de cette analyse est accrue lorsque les valeurs dans les deux zones sont fortement corrélées; ce qui est difficile à obtenir, car la grêle est fortement affectée par les conditions géographiques. Comme dans la première méthode, nous ne sommes pas à l'abri de variations naturelles de cette corrélation. L'auteur a eu l'occasion de mettre en évidence une telle mésaventure dans un contrôle de pluie provoquée. L'anomalie décelée au cours de l'insémination continuait à persister après l'abandon de l'opération. Il est peu probable d'ailleurs d'obtenir des organisateurs qu'ils renoncent délibérément à poursuivre une expérience qui leur paraît efficace.

En fait, le défaut commun aux méthodes précédentes résulte de la difficulté de comparer deux échantillons, l'un traité, l'autre non, extraits d'une même population naturelle autrement dit, d'être assuré, à l'exclusion seulement des effets de l'action antigrêle, qu'on continue à tirer des échantillons dans la même urne.

Pour tenter d'obtenir une série homogène on a recours à un procédé de tirage au sort de l'éventualité de l'insémination. Une telle méthode a été utilisée en Suisse et en Argentine.

En pratique, il est nécessaire de disposer d'une méthode de prévision de la grêle, qui permettra de sélectionner les jours, où la probabilité d'une chute de grêle est suffisante pour que ceux-ci puissent être retenus comme jours d'expérience. La décision d'insémination est ensuite confiée à un tirage au sort; ce qui permet de répartir les journées d'expérience en deux séries, avec et sans insémination, et ensuite de les comparer à l'aide de méthodes statistiques appropriées.

Il est bien évident que la qualité de la prévision de la grêle pour sélectionner les jours d'expérience doit améliorer les performances du contrôle. A ce point de vue nous trouvons déjà un exemple de l'association entre les méthodes de prévision et les essais de modification.

Après ce rapide inventaire des méthodes utilisées pour contrôler les inséminations à grande échelle, nous allons examiner le cas des opérations de modification de nuages individuels.

Lorsqu'il s'agit de cumulus de dimensions réduites, de l'ordre du km, il est possible de considérer un groupe évoluant au sein de masse d'air homogène et au-dessus d'une surface de structure homogène — (comme la mer par exemple), comme appartenant à une même population (au sens statistique) et que l'évolution de chaque membre doit être identique, lorsqu'il n'y a pas d'intervention.

Par contre lorsqu'il s'agit de nuages orageux de plus grande étendue, de structure interne complexe, distants entre eux de plusieurs dizaines de km, et même d'une centaine, il est difficile d'admettre que de tels ensembles, éloignés les uns des autres, présentent une identité de structure et d'évolution permettant de les utiliser respectivement comme «cible» et «témoin» pour le contrôle de l'insémination.

Il semble alors indiqué d'utiliser les méthodes de prévision pour déterminer quelle aurait été l'évolution du système orageux, s'il n'y avait pas eu d'intervention, et de comparer à l'observation. De telles méthodes, fournissant la précision souhaitée, sont encore loin d'être achevées. Deux orientations, qui se complètent, peuvent être distinguées. La prévision statistique utilise une relation entre les valeurs d'éléments de structure météorologique accessible aux mesures et la probabilité d'occurrence de l'orage ou de la grêle. Les valeurs des coefficients numériques sont recherchés par une analyse des regressions multiples. De telles méthodes ont été déjà expérimentées à l'échelle synoptique. A l'échelle plus fine d'un orage déterminé, il est vraisemblable qu'une information complémentaire doit être collectée à l'aide d'instrumentations convenables (mesures en avion, sondes larguées, microréseau, échos radar ect.).

La seconde orientation mieux adaptée aux échelles plus fines utilise les résultats obtenus dans la simulation mathématique des nuages de convection. Pour le moment, ces modèles sont grossiers, et en particulier la prise en compte de la microphysique et de la microdynamique des particules nuageuses est difficile, sans se laisser entraîner à des analyses trop détaillées qui conduiraient à des calculs inextricables ou peu significatifs.

Cependant cette voie n'est pas utopique, puisque J. et R. H. Simpson [2] l'ont utilisé avec fruit dans une expérience avec le modèle le plus simple, le modèle à une dimension. Il est vrai qu'ils ne se proposaient pas de tester la modification au point de vue de la nature et de l'intensité des précipitations, mais seulement du développement vertical du nuage traité.

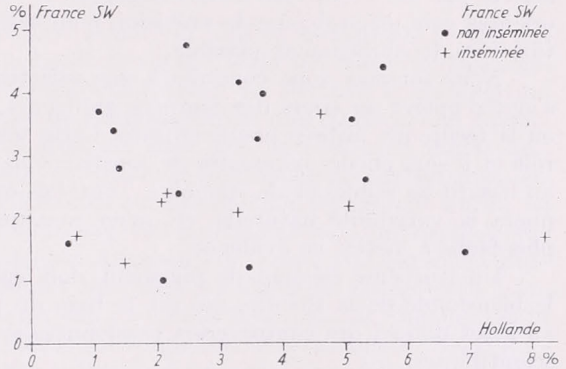


Fig. 3.

Au terme de ce tour d'horizon, il se dégage que les moyens actuels de contrôle direct des effets de l'insémination sur les chutes de grêle ne sont pas encore suffisamment efficace pour porter un jugement définitif sur les procédés, à partir de ces seuls résultats.

Il convient toutefois d'apporter à ce besoin de plus en plus pressant de conseiller objectivement les utilisateurs d'autres éléments de jugement.

Il faut d'abord vérifier que les noyaux d'AgI arrivent bien dans la partie du nuage qui est théoriquement à l'origine du grossissement du grêlon, que leur concentration est suffisante, et que leur activité glaçogène est conservée. Ce contrôle technique est absolument nécessaire, lorsqu'il s'agit d'un réseau de brûleurs au sol utilisant la diffusion naturelle pour assurer ce transport. L'équipe de MM. *Soulage* et *Admirat* [3] s'est attaquée en France à ce problème. Cette étude se poursuit actuellement; mais les premiers résultats ont indiqué que ce transport était très affecté par des conditions météorologiques de l'échelle fine. Là encore nous sommes orientés vers un problème de prévision pour sélectionner la situation ou l'insémination sera techniquement possible.

Nous sommes donc conduits à une sélection encore plus restrictive, puisqu'il s'agit d'opérer au cours des journées grêligènes, et parmi celles-ci de choisir celles où la technique utilisée paraît efficace. Cette sélection ne dispense en rien du contrôle et il sera encore nécessaire de constituer dans cette série, des échantillonnages au hasard de « cible » et de « témoin ». Toutefois on peut penser que ce procédé diminuera la variabilité naturelle, et qu'en conséquence l'effet de l'insémination sera plus facile à mettre en évidence.

Un troisième élément de jugement doit également être pris en compte; c'est le bien-fondé de la théorie, qui est la base du procédé. Point épineux, s'il en est, au sujet duquel des controverses passionnées se sont développées dans les milieux scientifiques.

Je n'oserais pas développer ce sujet; des spécialistes éminents, qui sont parmi nous, sont mieux instruits que moi de ce problème. Toutefois je rappellerai un phénomène, à mon avis, important, qui doit intervenir dans le comportement des noyaux naturels ou artificiels de congélation. La «diffusiophorèse», qui a été étudiée spécialement chez nous par L. *Fagy*, est peut être responsable d'une diminution de l'activité de ces noyaux en les concentrant vers certaines particules et en diminuant ainsi leur concentration dans l'air [4].

En conclusion, il me paraît indispensable, pour le moment, que toute tentative de lutte contre la grêle soit organisée d'une manière telle, qu'elle se prête à un contrôle objectif. La modification du temps, tout au moins à cette échelle, est vraisemblablement proche, et il est urgent de faire un inventaire objectif de nos acquisitions, de manière à porter tout notre effort de recherche sur les points encore en litige. A cette tâche, la recherche de méthodes efficaces de prévision est intimement associée. D'ailleurs, modification et prévision du temps ne sont que deux applications des mêmes connaissances du comportement de notre atmosphère.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Deyries, P.*: Compte rendu de la campagne 1966 d'essais de prévention de la grêle. (Assoc. d'Etudes No. 15, p. 59, 1967)
- [2] *Simpson, J. et R. H. et alii*: Experimental cumulus dynamics. (Reviews of geophys. Vol. 3, No. 3, 1965)
- [3] *Admirat, P. et Soulage, G.*: Etude des possibilités d'action sur la grêle au moyen de générateurs terrestres de noyaux d'iodure d'argent. Été 1966. (Rapp. techn. de G. I. E. F. A. No 8, 1966)
- [4] *Fagy, L.*: Les processus de congélation en atmosphère libre par capture des noyaux glaçogènes. (Geofisica pura e appl. Vol. 40, 1958/II, p. 217)

## Die Kontrolle der Niederschlagsangaben mit Rechenautomaten

*Проверка данных об осадках при помощи электронной счетной машины.*  
 В отделе обработки данных Венгерской метеорологической службы с 1966 г. проводится работа по проверке ежедневных данных об осадках а также по составлению суточных карт осадков и статистических таблиц при помощи электронной счетной машины. Обработывается около 40 000 данных за каждый месяц. После успешного проведения опытных работ стало возможным прекратить ручную обработку и начиная с 1 июня 1967 г. обработка данных осуществляется только машинным путем, что дает экономию в рабочей силе и рабочем времени. Вычисления, как и печатание карт и таблиц проводятся электронной машиной типа ГИЕР, с программированием на основе символического языка ГИЕР-АЛГОЛЬ-III и собственного кода машины ГИЕР.

\*

Die relative Dichte der Niederschlagsstationen in Ungarn ermöglichte bereits seit einer längeren Zeit die kartenmäßige Bearbeitung der täglichen Niederschlagsangaben. Die zu dieser Bearbeitung nötige manuelle Arbeit ist ziemlich langwierig und umständlich, und deshalb kam es, dass die Resultatskarten und statistischen Zusammenfassungen immer etwa anderthalb Monaten nach dem untersuchten Monat hergestellt werden konnten. Die Kontrolle der einzelnen Niederschlagsangaben ging derart vor sich, dass es von den Kontrollierenden zunächst einmal festgestellt wurde, ob die Verteilung des Niederschlages gleichmäßig oder launenhaft war, und nachher war man bestrebt die als fehlerhaft erachteten Angaben auf Grund von logischen Entscheidungen zu korrigieren. Das bedeutet also, dass vor allem die synoptische Lage in Betracht gezogen und analysiert wird und innerhalb derselben die Angaben der in der gegebenen Landschaft liegenden Stationen verglichen werden musste. Die Untersuchungen wurden vor und während der Auftragung der Angaben auf die Tageskarten durchgeführt. Nachher wurden die Monatssummen und die Prozenze derselben zu dem Durchschnitt in Verhältnis gestellt, sowie die verschiedenen Häufigkeitswerte ermittelt. In Ungarn sind derzeit nahezu 1000 Niederschlagsstationen in Betrieb und im Laufe der Bearbeitung des Materials dieser Stationen mussten für die Karten und Tabellen monatlich etwa 40 Tausend Angaben aufgetragen beziehungsweise errechnet werden. Aus diesem Grunde wurde im November 1966 vor allem mit der Vorbereitung der maschinellen Ausführung der arbeitsintensiven Niederschlagsangabenverarbeitung begonnen.

Die Experimente und später die systematischen maschinellen Verarbeitungen wurden mit Hilfe der in der Verwaltung des Unternehmens für Rechnungstechnik und Geschäftsführung befindlichen elektronischen Maschinen (Typ GIER) ausgeführt.

Die Resultate der Errechnungen werden auf der Breitdruckeinheit der Rechenmaschine GIER auch im Kartenformat gedruckt. Bei der Planung dieser Operation musste in Betracht gezogen werden, dass die fertigen Karten auch auf Mikrofilme genommen werden können. Diesem Erfordernis konnte infolge der technischen Gegebenheiten des Breitdruckverfahrens, sowie auf Grund der geographischen Form von Ungarn nur mit einem gewissen Kompromiss nachgekommen werden. Als Resultat dieses Kompromisses sind die gedruckten Karten in der Richtung N—S verlängert worden. Der Schreibteil der Rechenmaschine ist zum Schreiben von 8 Zeilen/inch und in jeder Zeile für 160 Positionen geeignet. Da im Interesse der Mikrophotographieung die von der Maschine verfertigte Karte die Länge von 50 cm nicht überschreiten kann, und zur Abschrift einer Niederschlagsangabe 5 Positionen benötigt sind, kann die Abschrift der Angaben nur in der Richtung N—S erfolgen. Das Gebiet des Landes wurde in 160 Kolumnen und 32 Zeilen eingeteilt. Die durch die Zeile und die Kolum-

nen abgegrenzten und in der Richtung N—S verlängerten Rechtecken entsprechen dem Ort von je einer Station. Auf die eingeteilte Karte wurden die Niederschlagsstationen, aufgetragen, und zwar nach Möglichkeit in einer ihren geographischen Koordinaten entsprechenden Ordnung, sodann vom Westen nach den Osten und vom Süden gegen Norden fortschreitend mit einer ansteigenden Serienzahl versehen. Die Lage der Stationen wurde damit nach Reihen und auch nach Kolonnen bestimmt. Danach wurde eine Liste der Stationen nach Serienzahl zusammengestellt, wo ausser dieser Nummer der Name, und die Koordinaten der Station, sowie ihre Lage nach Reihenkolonne und zuletzt die monatlichen und jährlichen 30-jährigen Mittelwerte der Periode von 1931 bis 1960 enthalten waren. Diese Zusammenstellung wurde dem Unternehmen für Rechnungstechnik und Geschäftsführungsorganisation zwecks Ausschreiben und Korrektur übergeben. Zur Kontrolle der in der Zusammenstellung enthaltenen Angaben wurde ein Programm zusammengestellt, in welchem bestimmt wurde, dass zwischen den querlaufenden Koordinaten der in der selben Kolonne befindlichen Stationen die Abweichung nicht die  $\pm 3$  Minuten übersteigen kann und derart zwischen dem Anwachsen der Serienzahl der in einer Kolonne befindlichen Stationen und dem Ansteigen der Serien ein Einklang bestehen muss. Auf Grund der in der Liste figurierenden Koordinaten wurde die Entfernung zwischen den Stationen errechnet, dann zu einer jeden Station die nächsten 10 Stationen zugeordnet um auch die Richtigkeit der 30-jährigen monatlichen und jährlichen Durchschnittswerte untersuchen lassen zu können.

Die Untersuchung entdeckte zahlreiche Fehler, und als Resultat mussten die Koordinaten und Durchschnitte von mehreren Stationen korrigiert werden. Nach der Berichtigung haben wir die auf Lochstreifen genommenen Karten wieder kontrollieren lassen und danach wurde die auch jetzt in Gebrauch stehende Zusammenstellung ausgearbeitet. Aus den berichtigten Angaben wurde die Entfernung der Stationen voneinander nochmals errechnet und zwar mit einer Genauigkeit von 0,1 km, und auch die Liste der zu den Stationen zugeordneten 10 Stationen zusammengestellt, welche zu den späteren Bearbeitungen nötig war.

Die von den Niederschlagsstationen eingesandten Meldungen werden bevor der Lochung kontrolliert. Bei der Kontrolle wird besondere Sorgfalt dem zugewendet, dass die wertvollen Angaben infolge von Schreibfehlern, Zusammenmessung usw. keinen Schaden erleiden. Die am letzten Tag des Monats und am ersten Tag des nächsten Monats niedergefallenen Niederschläge werden mit Sorgfalt untersucht, da aus diesen Werten im Untersuchungsmonate die Niederschlagswerte von einem dieser Tage auf dem Lochstreifen figurieren. Nach der Kontrolle wird die Lochung der Stationsangaben auf dem Telex-Fernschreiber vorgenommen, und zwar nach dem folgenden System:

- a) Seriennummer der Station
- b) Jahr
- c) Monat
- d) Tag
- e) Menge des gemessenen Niederschlages (mit einer Genauigkeit von 0,1 mm)
- f) Form des Niederschlages (nach der Kode)

Die Angaben von a), b) und c) werden bei jeder Station nur einmal gelocht, während die Charakteristika der monatlichen Niederschlagsangaben, d.h. die Gruppen d), e) und f) sich so oft wiederholen wie die Zahl der Niederschlagstage. Die einzelnen Angaben, a, b, c, d, werden voneinander mit einem Beistrich (,) getrennt und die Beendigung der Lochung des monatlichen Materials wird durch ein Gleichheitszeichen (=) bezeichnet, nach welchem die Lochung mit der nächsten Station fortgesetzt wird.

Das so vorbereitete Material wird einer maschinellen Kontrolle unterzogen,

welche die Lochung jener Stationen als fehlerhaft finden wird, bei welchen die Zahl der Beistriche nicht mit 3 dividiert werden kann, das Datum der nacheinanderfolgenden Niederschlagstage nicht ansteigt oder die Niederschlagsmenge die  $2^{11}$  übersteigt. Von den fehlerhaften, fehlenden, sowie von den doppelt, beziehungsweise mehrfach registrierten Stationen erhalten wir eine Liste. Die Angaben der in dieser Liste figurierenden Stationen werden korrigiert und die inzwischen einlaufenden Stationen nachgeholt. Bei den infolge der Berichtigung wiederholt auf Streifen gelochten Stationen wird von der Maschine immer die letzte Lochung in Betracht genommen.

Bei der Zusammenstellung des maschinellen Programms wurde es angestrebt die Berichtigungen und Ergänzungen anstatt der individuellen Analyse immer auf mathematischer Grundlage zu lösen. Zu diesem Zwecke erwies sich die Anwendung des auf die sogenannten Strukturfunctionen der Niederschlagsfelder [1] charakteristischen Wertes  $l_0$ , als geeignet, welcher bei verschiedenen Niederschlagsverteilungen verschiedene Werte annimmt. Auf Grund der von den die Niederschläge in Telegrammform meldenden Stationen zusammengestellten Karten werden die Gebiete von gleicher Niederschlagsverteilung (cluster) mit auf die Zentrumstationen gelegten Vierecken, vom Durchmesser von  $2r$ , zerteilt und zu jedem Gebiet der in Betracht zu ziehende Wert  $l_0$  angegeben. Die Gebiete werden nach der Reihe der anwachsenden  $l_0$  Werte angegeben um zu vermeiden, dass im Fall von Überdeckungen mit vorhin auf bereits überdeckten Gebieten befindlichen Stationen die Maschine wiederholt kalkuliere.

Nach der Einsetzung des von den Stationen gefertigten Lochstreifens, sowie der täglich angegebenen Gebiete und der ihnen zugeordneten Werte  $l_0$  werden von der Maschine dem Programm entsprechend die Niederschlagsangaben nach Tagen geordnet, und nach der Ordnung werden mit den Werten der zu den untersuchten Stationen nächstgelegenen Stationen Vergleiche durchgeführt. Wenn aus den zu der in Rede stehenden Station zugeordneten 10 Stationen an 6 oder mehreren Stationen die Abweichung signifikant ist, werden die Werte der untersuchten Station von der Maschine nicht angenommen.

Wenn die Abweichung  $(x_0 - x_i)^2 > 2\sigma^2(1 - e^{-l/l_0})$  ist, so wird die Korrektion, beziehungsweise Ergänzung von der Maschine mit einem der Entfernung entsprechenden gewogenen Durchschnittswert  $x'_0 = \sum_{i=1}^{10} W_i x_i$ , (wo  $W_i = 1/l_i$ ) vorgenommen.

Die Resultate dieser strengen Restriktion waren nicht immer zufriedenstellend, da im Falle von kleinen Niederschlägen die Grössenordnung der an den Stationen gemessenen Niederschlagsmengen und der Korrekturen dieselbe war. Bei dem nächsten Experiment wurde das Programm derart modifiziert, dass zwischen den Angaben der Stationen eine Abweichung von 2 mm in absoluten Werten zugelassen wurde. An Gebieten mit fast gleicher Niederschlagsverteilung erwies sich dieses Kriterium bereits als genügend, bei Gebieten mit ungleicher Niederschlagsverteilung dagegen nicht. Bei der weiteren Abänderung, wenn an irgendwelcher der zu der untersuchten Station zugeordneten 10 Stationen Regenschauer oder Gewitter war, wird der gelochte Wert von der Maschine ohne jede besondere Untersuchung angenommen, wobei natürlich die Gültigkeit der im ersten Programm enthaltenen mathematischen Prinzipien belassen wird. Nachdem, aus den kontrollierten Angaben Tages- und Monatssummen, sowie Karten der Abweichungen vom Durchschnitt gedruckt werden, fertigte die Rechenmaschine die monatlichen statistischen Zusammenfassungen bei jeder Station. Die Zusammenfassung enthält die Monatssumme, den maximalen Niederschlag, das Datum desselben, sowie die Tage mit Niederschlag ( $\cong 0,1$  mm,  $\cong 1,0$  mm,  $\cong 10,0$  mm), mit Schnee, mit Gewitter und jene mit Eis. Aus den monatlichen Zusammenfassungen — aus den Resultatsschleifen — wird am Ende des Jahres

die Jahreszusammenfassung verfertigt, und zwar nach Komitaten geordnet und in einer Form, in welcher es zu Zwecken des Jahrbuches sofort fotografierbar ist.

Die maschinelle Lösung der in den obigen beschriebenen Aufgabenreihe wurde auf Grund des für die elektronische Rechenmaschine GIER ausgearbeiteten Programmsystems COMET ausgearbeitet. Ein Teil der Programme wird in der maschinellen (eigenen) Kode GIER verfertigt. Diese Dualität ist eine unumgängliche Folge der aus der Vielfältigkeit der Aufgabe sich ergebenden und manchmal einander widersprechenden Erfordernissen.

Die zur Vorbereitungsstufe gehörenden Programme fassen Operationen in ein System zusammen, in deren Folge aus verhältnismässig wenig Angaben mit wenig Rechenarbeit Tabellen von einfachem Format zusammengestellt werden. Es war zweckmässiger diese in ALGOL-Sprache zu schreiben, da die Ablaufzeit praktisch von der Zeit der Drucklegung bestimmt wird, und das ist eine von der Programmsprache unabhängige, dagegen aus programmtechnischem Standpunkte wesentlich einfachere Aufgabe. Die Anwendung von Programmen, die rechnungsintensiver sind oder einen Speicherer mit Magnetband anwenden und eine Lösung mit maschineller Kode ergeben, bringt dagegen eine wesentliche Verminderung der Ablaufzeit, mit den ALGOL-Variationen verglichen.

In dem vorliegenden Bericht wird nicht in die detaillierte Beschreibung der einzelnen Probleme eingegangen, sondern bloss eine Übersicht der einzelnen Arbeitsphasen gegeben. Jährlich, beziehungsweise den Erfordernissen gemäss, ergibt sich, infolge der Registration der aktuellen Änderungen, die Notwendigkeit der Verfertigung des die Stammangaben enthaltenden Magnetbandes. Dies geht auch in mehreren Phasen vor sich. Hierher gehört die Kontrolle der Grundangaben, die von den Programmen COMET-F und COMET-G verrichtet wird; die Errechnung der zu der gegebenen Station am nächsten liegenden 10 Stationen, welche mit der Anwendung des Programmes COMET-A vor sich geht; die Zusammenstellung und Tabellierung der verschiedenen Informationen (Name, Nummer, geographische Koordinaten, Gitterkoordinaten der Station, vieljährige Durchschnitte usw.), zu welchem Zwecke das Programm COMET-B dient. Zur Lösung der Aufgaben dieser Etappe werden in ALGOL-Sprache niedergelegte Programme verwendet. Ein Programm mit maschineller Kode ist das COMET-SA, welches aus der vom COMET-B verfertigten und die Angaben der Tabellen enthaltenden Lochkarte den Stamm-Magnetband in endgültiger Form verfertigt.

Die Programme COMET-C, COMET-D und COMET-H haben den Charakter von Aushilfsprogrammen. Sie verrichten die Errechnung oder Kontrolle von provisorischen, beziehungsweise ergänzenden Informationen, sowie die Zusammenstellung von verschiedenen Tabellen (z. B. die Ordnung der Stationen nach Komitaten). In der systematischen monatlichen Verarbeitung nehmen die Programme COMET-S, COMET-SB und COMET-SD mit maschineller Kode, sowie die Programme COMET-K und COMET-L ALGOL Programme teil.

Der erste Schritt der monatlichen Verarbeitung ist die Eintragung der Lochkarten mit fünfkanaliger Telexkode. Um die Geschwindigkeit der Eintragung zu erhöhen wird dies mit einem Off-line Konverter Typ RC-3000 ausgeführt, welcher die auf dem Lochstreifen gespeicherten Informationen nach einer entsprechenden Umkodung auf das Magnetband überträgt. Von diesem Band, als Input-Medium verfertigt das Programm COMET-SD ein Output-Magnetband, welches eine entsprechende Blockstruktur und innerhalb des Blocks eine spezielle Nummerdarstellung hat, wobei auch die Richtigkeit der Angaben aus mehreren Standpunkten kontrolliert wird. Auf das Output-Magnetband werden nur die angenommenen Stationen aufgeschrieben. Vom Resultat der Kontrolle wird nach dem Programm ein Lochstreifen verfertigt, welcher

das Input-Datenmaterial des Programms COMET-K bildet. Die aus der Auswertung dieses Materials stammenden Resultate bieten die zur vorläufigen Orientierung dienende Fehlerliste. Auf Grund dieser Fehlerliste kann der die ergänzende Angaben und Berichtigungen enthaltende neuerliche Datenstreifen hergestellt werden, welcher in derselben Weise, wie die primären Streifen verarbeitet wird, wobei der Streifen zu dem als sich gut erweisendem Magnetband-Datenblock angeschlossen wird. Vom Programm COMET-SB wird dieser Datenblock nach Tagen geordnet und ein neuerlicher Magnetband gefertigt, dessen einzelne Blöcke die Niederschlagsangaben der einzelnen Tage, und zwar innerhalb des Blocks nach Stationen geordnet, enthalten. Dieser Magnetband, sowie der vom Programm COMET-L gefertigte und im ersten Teil zur Erwähnung gekommene Lochstreifen mit der sogenannten Cluster-Gebiets-einteilung bildet das Input-Angabenmaterial des die tatsächliche Bearbeitung ausführenden Programms COMET-S. Ausserdem kommt auch hier der die Stammangaben enthaltende Magnetband zur Anwendung. Das Programm COMET-S führt den Vergleich der Niederschlagsangaben aus, entscheidet — anhand der in den vorigen beschriebenen mathematischen Methoden — über die Annehmbarkeit der Angaben, und führt — wenn erforderlich — die Korrektur der als fehlerhaft erkannten Angaben aus. Als Output bietet das Programm die Niederschlagskarten der einzelnen Tage, sowie die Monatssummen und die von dem Durchschnitt abweichende Angaben enthaltenden Karten. Ebenfalls von diesem Programm wird die monatliche Niederschlagsstatistik gefertigt, und zwar in Tabellenform und in einer auf Lochstreifen übertragbaren Form. Diese Lochstreifen bilden die Angaben des die jährliche Zusammenfassung ausführenden Programms.

Die in dieser Weise vorgenommene Bearbeitung kam bereits nahe zur manuellen Auswertung. Vom Januar 1967 wurde danach die parallele manuelle und maschinelle Bearbeitung in Gang gesetzt. Infolge der im Laufe des Vergleichs der zweierlei Bearbeitungen aufgetauchten Probleme ergab sich noch die Notwendigkeit einiger Modifizierungen. An den ersten experimentellen Karten blieb z. B. der Platz der keinen Niederschlag meldenden Stationen noch leer und zur Bezeichnung der Form des Niederschlages wurden die Buchstaben A, B, C, . . . verwendet. Nach der zwecks grösserer Übersichtlichkeit ausgeführten Modifizierung wurde der Ort der Stationen mit Punkten angegeben, wenn es dort kein Niederschlag gab, und an der Stelle der Form wurden die der Form des Niederschlages entsprechende Anfangsbuchstabe gesetzt (also im ungarischen z. B.: H = hó = Schnee, Z = zivatar = Gewitter, J = jég = Eis, P = pótolto adat = ersetzte Angabe). An der Zusammenfassung gibt die Maschine die Stationen an, bei welchen sie in der Verarbeitung irgendeine Modifizierung vornahm.

Seit dem 1. Juni 1967 sind wir völlig auf die maschinelle Kontrolle des Niederschlages übergegangen. Dadurch wird innerhalb von 3—4 Wochen nach dem Untersuchungsmonat das komplette Niederschlagsmaterial hergestellt und nicht nur Zeit, sondern auch Arbeitskraft erspart.

Das in den obigen beschriebene Programmsystem ist noch bei weitem nicht als endgültig zu bezeichnen. Durch die Lösung der im Laufe der systematischen Bearbeitungen immer wieder auftauchenden Probleme und durch das auf die Besserung der Resultate und auf ihr leichteres Handhaben gerichtete Bestreben wird eine uner-schöpfbare Möglichkeit der weiteren Entwicklung geboten.

#### SCHRIFTTUM

- [1] *Czelnai—Dési—Rákóczi—Szakácsné*: Strukturelle und Autokorrelationsfunktionen des Niederschlagsfeldes (In ungarischer Sprache). *Időjárás*, 71. No. 4.

×

Magyarország viszonylag sűrű csapadékmérő állomáshálózata már régebben lehetővé tette a naponkénti csapadékadatok térképes ellenőrzését és feldolgozását. A szükséges manuális munka azonban igen idő- és munkaigényes, mivel ez havonta mintegy 40 ezer adat leírását, illetve átszámolását jelenti. Ezért szolgálatunk Adatfeldolgozó Osztálya 1966 novemberétől kezdődően kísérleteket végzett, hogy a naponkénti csapadékadatokat elektronikus számítógép segítségével ellenőriztesse és egyúttal a napi térképeket és összesítő statisztikai táblázatokat is kinyomtassa. E kísérleteket és a későbbi rendszeres gépi feldolgozást és Számítástechnikai és Ügyvitelszervező Vállalat kezelésében működő GIER típusú elektronikus számítógép végzi, GIER-ALGOL-III. szimbolikus nyelvű és GIER gépi (saját) kód szerinti programok alapján.

A számítógép írórésze inchenként 8 sor, soronként 160 pozíció írására alkalmas. Mivel a mikrofotózás érdekében a gép által készített térkép 50 cm-nél hosszabb nem lehet és egy állomás csapadékadatának leírásához 5 pozíció szükséges, ezért a térképek nyomtatása dél-észak irányú sorokban, nyugatról kelet felé haladva történik. Így egy nap csapadékeloszlásának megfelelő térkép  $40 \times 50$  cm-es nagyságú lapra kerül. Ezt a területet  $32 \times 160$  téglalpra osztottuk fel s ezekbe jelöltük be a csapadékmérő állomásokat, lehetőség szerint pontos földrajzi koordinátáknak megfelelő elrendezésben, tehát térképszerűen. A megjelölt állomáshelyeket dél-észak, illetve nyugat—kelet irányba haladva növekvő sorszámmal láttuk el s ezt a későbbiek során azonosítási számként használtuk fel. Mágnesszalagra kerültek az állomássorszám, név, földrajzi koordináta, sor- és oszlopszámon kívül az 1931—60 közötti havi és évi csapadékatlagok is, mivel a programban szerepel a havi csapadékösszegeknek, valamint sokévi átlagtól eltérésüknek a számítása is. A gép megállapította minden megfigyelőhelyhez a hozzátartozó 10 legközelebbi állomást és elkészítette ezek listáját.

A csapadékmérő állomásokról havonta beérkező jelentéseket először területenként rendezve ellenőrizzük, hogy értékes adat ne vesszék el dátumelírás, egybeírás stb. miatt. Ezután lyukszalagra kerülnek az adatok az alábbi rendszer szerint: *a*) állomás sorszám, *b*) év, *c*) hónap, *d*) nap, *e*) a mért csapadék mennyisége tized mm-ben, *f*) csapadék alakja (kód szerint). Állomásonként egyszer lyukasztják *a*, *b*, *c*-t, míg a *d*, *e*, *f* csoport annyiszor ismétlődik, ahány csapadékos nap van. Több kisebb ellenőrző program készült, melyek kiszűrrik a hiányos, hibás lyukasztásokat. Adatkontroll céljára legalkalmasabbnak bizonyult a csapadékmérők szerkezeti függvényeire [1] jellemző  $l_0$  érték alkalmazása, mely különböző csapadékeloszlások esetén más-más értéket vesz föl. A csapadékot táviratozó állomások adataiból készült napi térképek alapján szétválasztjuk a jellegzetes csapadékeloszlású területeket (cluster) a centrum állomásra helyezett  $2r$  átmérőjű négyzetekkel, s minden területhez megadjuk a figyelembeveendő  $l_0$  értéket. A gép a megadott program alapján napok szerint rendezi a lyukszalagról a csapadékadatokat és  $l_0$  értékeket, majd összehasonlítja a vizsgált állomáson és a hozzárendelt legközelebbi 10 megfigyelőhelyen mért csapadékmennyiséget. Ha 6-nál több helyen szignifikáns az eltérés, az adatot nem fogadja el, hanem a távolságnak megfelelő súlyozott átlaggal

$$x'_0 = \sum_{i=1}^{10} W_i x_i \quad (\text{ahol } W_i = 1/l_i) \text{ helyesbít.}$$

E szigorú megkötést azonban csak 2 mm-nél nagyobb eltérés esetén és zivatarmentes helyzetben alkalmazza. Több hónapos párhuzamosan végzett manuális és gépi feldolgozás után, 1967. június 1-től áttértünk a csapadék gépi ellenőrzésére.

## Test of the Medium-Range Precipitation Forecasting Method for Independent Data

*A középtávú csapadék-előrejelzés módszerének alkalmazása független adatokra.* A szerzők elvégezték az 5 napra szóló csapadék-előrejelzések kiértékelését az 1962—66 közötti 5 év független adataira. Az előrejelzések *W. H. Klein* által kidolgozott, de a magyarországi viszonyokra átalakított módszerrel készültek [1]. A kiértékelés elsősorban a megmagyarázott variancia (explained variance) kiszámításával történt, így az eredményeket össze lehetett hasonlítani az eredeti vizsgálat [1] függő adataira kapott eredményekkel (l. az ábrát).

\*

*Пытание метода предсказания осадков со средней заблаговременностью для независимых данных.* Авторы провели оценку прогнозов выпадения осадков на срок 5 дней по независимым данным за период 1962—66 гг. Прогнозы составлялись по методу, предложенному *В. Х. Клейном*, но измененному применительно к условиям Венгрии [1]. Оценка проводилась прежде всего при помощи вычисления так называемой объясненной вариации, благодаря чему можно было сопоставить полученные результаты с результатами предшествовавших исследований авторов по зависимым данным [1] (см. Рис.).

\*

In a previous paper the precipitation forecasting method of *W. H. Klein*, applied in Hungary for the forecasting of 5 days' precipitation, was described [1]. The method has been transformed in a way suitable to forecast the territory covered by precipitation. To this end 12 control stations were selected representing the whole territory of the country. The task to be attained was to find the number of stations out of twelve (in other words: a given percentage of the country) for which a considerable amount of precipitation can be forecasted for the next 5 days.

In order to forecast precipitation multiple regression equations were set up in which the parameters, selected by the screening procedure, figure as predictors. Such predictors are: the height of 700 mb in 65 grid points, the pressure at sea level in 6 grid points, and the precipitation of the preceding 5 days. The analysis has been made for the years 1955—1961.

Out of the obtained equations in the first one 1 predictor, in the second one 2, in the third one 3 predictors were used etc. The last equation contains 10 predictors.

It has been tried to apply the multiple regression equations (serving for the five days' forecasting of considerable precipitations) also to a 5 year period (1962—1966). Since our prognostic equations are, in a strict sense, valid only for the so-called dependent data of the period of 1955—1961 serving as a basis of the processings, we were, even before beginning our work, fully aware of the fact that the reliability of our forecasts made on the basis of independent data will lag behind that of the forecasts based on dependent data. The aim of the investigations was to find out the rate of decrease of the reliability of our forecasts when tested for different periods on the basis of independent data.

The procedure was entirely conform with the basic processing, i. e. the 12 control stations were identical with those of the former processing, and as the lowest limit of "considerable precipitation" the amount of 5 mm/24 h was taken [1]. Our equations were valid for periods of 2 months, i. e. they contained grid points yielding the best multiple correlations within the period of 2 months, where seasonal variations too, have been taken into consideration. Within the 2 months

6 equations have been computed for each five-day period since the verification of the 10 equations has shown also for the original period, that, by computing the seventh, eight etc. equations no considerable improvements of the results could be attained, at least not in a measure proportionate to the computation work-load. A considerable work has been imposed already by calculations originally supposed to be carried out by the aid of computers.

The analysis of the obtained results has been attempted in several ways, first of all by the aid of the explained variance (see: [1]), i. e. when finding a better

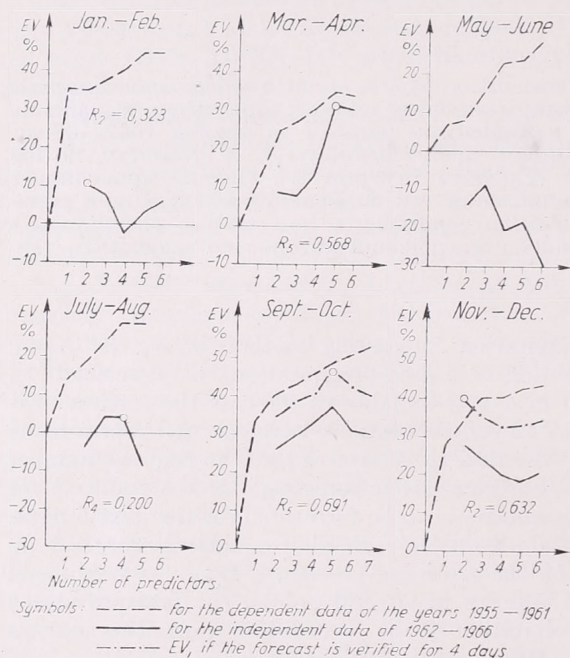


Fig. 1: Variance (EV) explained by the multiple regression equations

1. ábra. A többszörös regressziós egyenletek által megmagyarázott variancia (EV). Jelölések: Szaggatott vonal: az 1955—61 évek függő adataira; folytonos vonal: az 1962—66 évek független adataira; eredmény vonal: az EV, ha a prognózist 4 napra értékeljük

approximation to reality (by the application of the forecasts obtained from our equations) than by simply giving a climatic probability.

As it has been found from the original computations the best verifications of forecasts obtained from regression equations are to be found in the months September—October, November—December and January—February. In March—April, May—June, July—August verifications are worse, but even so they surpass by 20—30% the verification of the climatic probability. The results obtained from the period 1962—1966 are in Fig. 1.

In January—February the reliability of equations yielding good results in previous cases shows a strong decrease; it is by hardly 10% better than in the case of a simple climate-forecast, while equation No. 4 does not even attain the verification of climatic probability.

The curve of March—April shows a rather strange course. While the original curve with its EV-value of 30% was one of the weak ones, the curve mentioned above, starting from the point representing equation No. 5 almost attains the original curve in the period of 1962—1966. Thus it takes up a most prominent place among our present results. By a more close analysis of the equations concerning

the period March—April it may be seen that while equation No. 4 — similarly to all those of the other periods — contains an anomaly of sea level pressure merely in one point while in the other grid-points it contains 700 mb-anomalies, the equation No. 5 contains a new sea level pressure anomaly as its fifth parameter  $I$  and, when introducing that one, a sudden improvement of the verification will take place. Thus it is proved also by this fact that although, according to the statement of *Klein*, the anomalies of the 700 mb level are in a very good correlation with the five-day „considerable precipitation amount”, this statement is, at least in certain periods of the year, not in conformity with our observations, according to which a decisive role is played also by the sea level pressure.

In May—June the verification with its not particularly good EV value of 20—30% shows a complete regression and none of the equations yield a result coming close to the accuracy of the climatic probability.

In July—August the situation is not more promising either. Although the verification on equations 3 and 4 is somewhat better than the climatic probability it is rather insignificant from the point of view of its practical application.

In the figures representing the results of September—October and November—December there is still another in curve to be seen addition to that plotted with dotted line representing the results of the original period, and the unbroken line representing the recent periods. When carrying out the computations a detailed analysis of cases of extremely poor verifications was undertaken. These analysis were made, among others, from the following aspect: if a forecast of precipitation was given for 0 places but, in reality, precipitations were recorded by several stations, what was the distribution in time of the precipitations expanding over a large territory of the country? In the months discussed until now no starting point whatever could be found for a further analysis. But in the periods of September—October, and November—December several cases were noted when, according to our forecast, precipitations were to be expected in 0 places, and accordingly, dry weather was observed during four days, but on the fifth day precipitation surpassing 5 mm fell out over a considerable part of the country. It must be supposed that as a consequence of the acceleration of circulation processes taking place during September—October, the period of validity of the forecasts is to be reduced during those months to four days, in order to achieve a further amelioration of our results. After correcting the analysis in this sense the third curve could be plotted. It can be seen that the reliability of the forecasts can be accepted even without any correction: the corrected curve will hardly lag behind the exactitude of the forecasts computed for the original period, and in November—December even a better result than that of the original curve can be obtained from equation No. 2.

In the foregoing the applicability of forecasts obtained from regression equations was analysed on the basis of the explained variance, i. e. connection with the climatic probability.

In order to demonstrate the absolute errors Table 1 is shown.

In the first column the sums of the squares of the deviations from the normal can be seen, and after that, the verification-percentage of the different equations, where the forecast is considered as verified if an approximation to reality with three degrees has been attained. There is still another value to be found in the Table, the so-called verification-optimum obtained from one equation showing the best verification from among six equations for each five days' period. This datum, being, at first sight, of no particular practical value, is nevertheless of informational value for us if we consider that from among the six equations, giving somewhat divergent values, we are, on a synoptic basis, enabled to select in all cases the equa-

tion yielding the most probable good result. If that proves to be successful the verifications, contained in Table I, may be expected.

An analysis of the percentage of verification shows that it is roughly in accordance with the curve of the explained variance, although the deviations between the individual periods and the equations are much smaller, with the exception of September—October exhibiting outstandingly good results. This is why, in order to give an explanation, the sum of the squares of the deviations from the normal was given in the first column. It can be seen that e. g. in July—August the absolute

TABLE I. — I. T Á B L Á Z A T

Verification of several prognostic equations in per cents permitting errors of  $\pm 3$  units. The explanation of  $\Sigma \Delta^2$  and verification optimum is in the text

Néhány prognózis egyenlet bevéálása %-okban  $\pm 3$  fokozat hibát megengedve.  $\Sigma \Delta^2$  és a bevéálási optimum magyarázata a szövegben

Month Hónap	$\Delta\Sigma^2$	2.	3.	4.	5.	6.	Verification optimum Bevéálási optimum
I—II	1150,8	55%	48%	35%	42%	53%	65%
III—IV	1370,5	38%	37%	33%	53%	52%	67%
V—VI	824,9	47%	50%	48%	38%	43%	68%
VII—VIII	819,0	55%	50%	57%	57%	—	72%
IX—X	1090,1	68%	73%	75%	75%	75%	82%
XI—XII	1293,2	53%	50%	50%	52%	52%	75%

verifications are much better (55—57%) than in March—April (equations 5 and 6, the two best ones, too, do not attain more 52—53%). However, since in July—August the dispersion is very small, from among all periods, the reality will come the nearest to the normal values, and thus even good absolute verifications are insufficient to surpass them. Our regression equation is not utilizable because it does not give a better result than that of the climatic probability. On the other hand, the equation of March—April showing not so good absolute verifications, will attain a better placing due to the great variation in that period; the reality shows great divergences from the average and thus even an equation with a worse absolute verification will give better results than the climatic probability.

The next task is now to elaborate a new procedure containing other parameters for the particular periods where our regression equations proved to be impracticable.

#### REFERENCES

- [1] *Koppány, G.*: Javított módszer a csapadék középtávú előrejelzésére (A corrected method for the medium-range forecasting of precipitation). *Időjárás*, Vol. 72. Nr. 1., pp. 15—24. Budapest, 1968. (In English language).

## A hóolvadás szerepe Magyarország vízháztartásában

*The Role Played by Snow Melting in the Hydrological Balance in Hungary.* The author investigates the geographical distribution in Hungary of monthly average precipitation amounts available on the earth's surface during the winter season in liquid state, which are, therefore, involved more rapidly in the hydrological cycle. Using 32-year observations of the depth of the snow-cover and of precipitation amounts, carried out on 7 meteorological stations in this country, the following quantities are determined: diurnal water-balance of the snow-cover; monthly amounts of melted snow, and of precipitations falling on the snow-cover and on the bare soil, and, by making use of these data, the amount of precipitation available in liquid state on the soil surface. It is found that a statistical relation exists among the following quantities: average monthly amount of melted snow, average value of the monthly maximum depth of the snow-cover, and monthly mean temperature (Fig. 1.) The existence of a further relation is demonstrated among the following factors: average precipitation amount falling on the surface; average number of days with snow-cover; and monthly average amount of precipitation (Fig. 2). By using nomograms of these two relations, computed values of the monthly average amounts of melted snow and of the monthly average amounts of precipitation, available on the soil surface in liquid state are determined for 93 stations. These values for some stations are listed in Tables I and II. The latter quantity is expressed in percentages of the monthly average precipitation amount, and its geographical distribution is illustrated on Figs. 4—5. By using daily computations of the water balance, probabilities are worked out for the occurrence of various excess values in the monthly amounts of the precipitation available on the soil surface as compared to the average values of this quantity, for the three months of the main snow-melting period (February to April).

\*

*Роль таяния снега в водном балансе Венгрии.* Анализируется географическое распределение на территории Венгрии средних месячных суммы осадков, приходящих на земную поверхность в зимний сезон в жидкой фазе, т. е. включающихся в гидрологический цикл без значительной задержки. По данным 32-летних наблюдений 7 венгерских станций над высотой снежного покрова и суммой осадков определяются суточный водный баланс снежного покрова, месячные суммы снеговой воды, а также осадков, выпадающих на снежный покров и на участки, не покрытые снежным покровом. Определив эти величины можно вычислить количество осадков, приходящих на поверхность почвы в жидкой фазе. Обнаруживается статистическая связь между средней месячной суммой снеговой воды, средней месячной максимальной высотой снежного покрова и средней месячной температурой (рис. 1). Дополнительная зависимость выявляется между средней месячной суммой осадков, выпадающих на поверхность, не покрытую снежным покровом, средним числом дней со снежным покровом и средними месячными суммами осадков (рис. 2). По графикам двух указанных зависимостей автор определил средние месячные суммы снеговой воды и средние месячные суммы осадков, выпадающих в жидкой фазе, для 93 станций. Эти величины по некоторым станциям приведены в таблицах I и II. Они выражены в процентах от общей средней месячной суммы осадков; их географическое распределение представлено на рис. 4—5. По расчетам суточного водного баланса, для месяцев периода таяния (февраль-апрель) определяются нормативные величины месячных сумм осадков, выпадающих в жидкой фазе, по различным степеням вероятности их превышения (таблица III).

\*

A hótakaróban tározott víz a hófelszín általában csekély párolgását nem tekintve, az olvadás során kapcsolódik be a hidrológiai ciklusba. A csapadék hó alakjában történő felhalmozódása, majd az olvadáskor keletkező hólé a vízháztartás bevételi rovatát a téli félévben lényegesen másként alakítja, mint ahogyan azt a csapadék-adatok jelzik. A felszín téli vízbevételét még tartós és vastag hótakaróban viszonylag szegény országunkban is jelentékeny torzítással mutatja a csapadék, havas zord te-

leinken pedig merőben más a vízbevétel ritmusa. A hóolvadás éghajlati vizsgálat a felszín részletes vízmérlegének elkészítésénél éppen ezért nem hagyható el, s különös figyelmet kell fordítanunk az áradásokat, eróziós károkat és belvizeket előidéző heves olvadási folyamatok tanulmányozására.

A hóolvadás bonyolult komplex jelenség, feltárása széles körű szerteágazó kutatásokat igényel. Ez az oka annak, hogy a kérdés gyakorlati fontossága ellenére hazai irodalmunkban néhány kisebb területre vonatkozó egyedi vizsgálatot kivéve, ez ideig még semmi adat nem áll rendelkezésünkre sem a hóolvadásból származó vízmennyiségek átlagos, sem pedig éghajlatunkon számításba veendő kritikus mértékadó értékeiről. A vízgazdálkodás különböző területeiről s a mezőgazdaság részéről felmerülő immár sürgető igények kielégítésére megkíséreltük, hogy a hazai hóvíz-tartalom mérések viszonylag gyér anyagának tapasztalatait felhasználva, olyan egyszerű számítási módszert dolgozzunk ki, amelynek segítségével a rendelkezésre álló éghajlati adatok alapján közelítő képet alkothatunk a hófelhalmozódási és hóolvadási periódus során Magyarország területén a talaj felszínére jutó vízmennyiség átlagának földrajzi eloszlásáról és mértékadó értékeiről.

#### *A számítási módszer*

Írjuk fel a hótakaró vízháztartásának egyenletét:

$$C + c = P + h + (w_2 - w_1) \quad (1)$$

ahol  $C$  a hótakaró felszínére hulló makrocsepadék (hó, eső, ónoseső, dara) mennyisége,  $c$  a hórétteg felszínén vagy üregeiben kondenzálódó mikrocsepadék (dér, zúzmara, harmat) mennyisége,  $P$  a hó párolgása során eltávozó vízmennyiség,  $h$  a hótakaróból elfolyó hólé (elolvadt hó, a hóréttegre hullott átszivárgó esővíz) mennyisége,  $w_1$  és  $w_2$  a hórétteg víztartalma a vizsgált időszak elején illetve végén. Az egyenletet átrendezve nyerjük:

$$h + (P - c) = C - (w_2 - w_1) \quad (2)$$

Az egyenlet ebben a formában azt fejezi ki, hogy a hótakaróra hulló csapadék mennyiségét és a víztartalom változását ismerve, kiszámítható az elfolyt hólé, valamint a párolgás és mikrocsepadék (kondenzálódott víz) különbségének összege. Az egyenletből tehát a hólé mennyisége pontosan csak akkor határozható meg, ha a  $P$  és  $c$  tagokat ismerjük. (Negatív előjelű  $h$  esetén értelemszerűen nem hóléról, hanem a hótakaróban visszatartott vízmennyiségről beszélünk).

A hótakaró párolgásának és kondenzációs vízbevételének értékéről hazai mérések nem állnak rendelkezésre, ám e tényezők elhanyagolása első közelítésben megengedhető, amit Romániában végzett több évi hópárolgásmérések adataival támaszthatunk alá. Az Erdélyi-medence északnyugati peremén, a Déli-Kárpátokban és a Bihar hegységben a hópárolgás és a kondenzáció átlagos napi mennyisége a következő módon alakult [1]:

Dés	(246 m)	$P = 0,18$ mm	$c = 0,04$ mm
Predeál	(1093 m)	0,21	0,17
Paltinis	(1406 m)	0,44	0,61
Vlgyásza	(1840 m)	0,44	0,64

Mindkét tényező a magasabb hegyvidékeken válik jelentőssé; 1100 méter alatt a párolgás nagyobb a kondenzációnál, ez utóbbi csak magashegységekben lép előtérbe. Szembetűnő a kondenzációs vízbevétel gyors növekedése a magassággal, amit hazai viszonyok között *Salaminnak* 1954 telén a Bükk hegységben zúzmaraképződésre kedvező két hetes időszak során végzett részletes hősűrűségmérései is igazolnak [2]. Dés

és Predeal adatait tájékoztatóul elfogadva s tekintetbe véve hótakarós napjaink számát, sík- és dombvidékeinken a hótakaró átlagos összpárolgását 8—10 mm-re, kondenzációs víztartalomgyarapodását 1—2 mm-re, hegyvidékeinken pedig 17—23 illetve 14—19 mm-re becsülhetjük. A hiba tehát, amit a (2) egyenletben a  $(P-c)$  tényező elhanyagolása okoz, alacsonyabb fekvésű tájainkon átlagosan 7—8 mm-t, hegyvidékeinken pedig mindössze 3—4 mm-t jelent. Az egyenlettel való számolás az elhanyagolás miatt ennyivel *több* hólét eredményez, vagyis a  $(P-c)$  különbség a hólé összes mennyiségéhez mérten *átlagértékek esetén* valóban figyelmen kívül hagyható.

A (2) egyenletben  $C$  értékét a csapadékmérések szolgáltatják, a víztartalom meghatározása vizszal rendszeres hősúlyméréseket követel, s ez hazánkban viszonylag kevés helyen és aránylag csak rövid idő óta folyik. Klimatológiai számításokhoz éppen ezért az egyenlet ebben az alakban nem használható. Írjuk föl a (2) összefüggést a  $(P-c)$  tag elhanyagolásával az alábbi átalakított formában:

$$h \approx C - 10 (\gamma_2 v_2 - \gamma_1 v_1) \quad (3)$$

ahol  $\gamma_1$  és  $\gamma_2$  a hó térfogatsúlya (kg/liter),  $v_1$  és  $v_2$  pedig a hótakaró vastagsága (cm) az időszak elején és végén. Tekintve, hogy csapadék- és hóvastagságmérés sok helyről és hosszú időszakraól áll rendelkezésünkre, az egyenletben szereplő és tapasztalás szerint a térben viszonylag kis mértékben változó  $\gamma$  térfogatsúly meghatározását vissza kell vezetni az ismert  $C$  és  $v$  mennyiségekre. Hazai megfigyelésekre támaszkodva *Salamin* dolgozott ki olyan egyszerűsített módszert ennek a feladatnak a megoldására, amely a (3) egyenletet klimatológiai feldolgozások számára is alkalmazhatóvá teszi [2].

A *Salamin*-féle számítási eljárás a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet és az Országos Meteorológiai Intézet által az utóbbi években hálózatszerűen gyűjtött hóvízértékmérések adatait figyelembe véve két kisebb módosítást eszközöltünk. *Salamin* számítási módszerét a [2] alapján ismertnek feltételezve, csupán módosításaink lényegét közöljük:

A) A hólé elszivárgásának kezdetét jelző kritikus  $\gamma_a$  térfogatsúly értéke kisebb mértékben függ a hóvastagságtól. Vékony, 10 cm-nél kisebb hótakaróknál 0,15—0,20 közötti értékekkel számolhatunk, a hóvastagság gyarapodásával 0,23—0,28-ra növekszik, átlagértékben azonban számításaink teljes mértékben *megegyeztek* a szerző által levezetett 0,22—0,25-ös értéket.

B) A [2] II. táblázatában a (2) formula 0,01-es konstansa számításaink szerint nem állandó, hanem a hóvastagság függvényének tekinthető. Értéke 10 cm-nél vékonyabb hótakarónál 0,01, 10—20 cm között 0,009—0,008, 20—30 cm között 0,007—0,006, 30—50 cm között 0,005—0,004, 50 cm-nél vastagabb hórétegnél pedig 0,003-nak vehető. A szorzótényezőnek ez a csökkenése arra utal, hogy vastag hónál gyakori jelenség a hótakaró saját súlyának következtében előálló tömörödése és rogyása, amely nem jár vízérték csökkenéssel. A 0,01-es szorzótényező alkalmazása vastag hótakaróknál egyébként túlságosan magas értéket adna az olvadási fázisban a kondenzációból eredő vízbevételeknek.

Az ismertetett kisebb módosítások figyelembevételével a *Salamin*-féle módszerrel meghatároztuk 7 állomásról (Nagykanizsa, Szombathely, Budapest—Meteorológiai Intézet, Orosháza, Nyíregyháza, Kékestető, Dobogókő) csapadék és hóvastagság adatok alapján a hótakaró *napi vízmérlegét*, s a (3) formula szerint a hólé napi mennyiségeit. A feldolgozásra kiválasztott időszak az 1930/31—1943/44 és az 1946/47—1963/64-es teleket foglalta magában, tekintve, hogy a további számolásoknál felhasználandó szükséges hóklimatológiai jellemzők erről az időszakról állanak rendelkezésünkre [3]. A számított vízmérlegek alapján meghatároztuk a hólé egyes havi és átlagos havi összegeit. Az adatok statisztikai elemzése azt mutatta, hogy jól definiálható szoros összefüggés található a hólé átlagos havi összege, a havi átlagos maximális hóvastagság ( $H_{\max}$ ) és a havi középhőmérséklet ( $T$ ) között. A kapcsolatot leíró

$$h = f(H_{\max}, T)$$

függvényt az 1. ábrán tüntettük föl. A felszínre folyékony halmazállapotban jutó

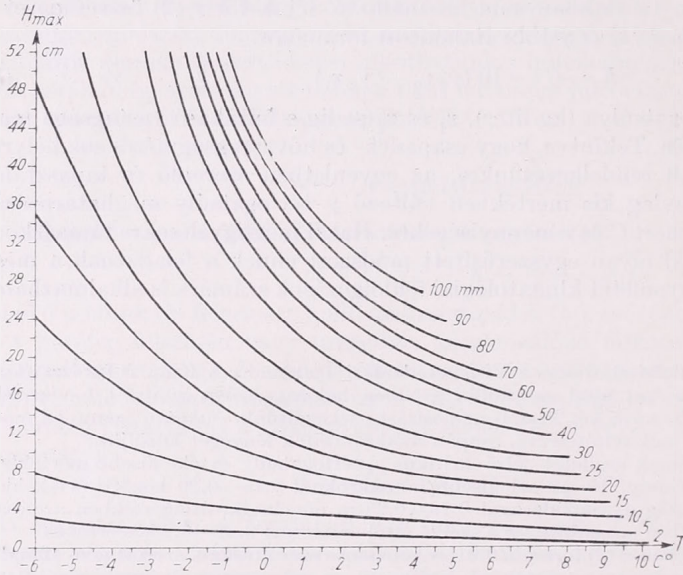
csapadék átlagos havi mennyisége ( $V$ ) meghatározható, ha ismerjük a hólé és a *hótakaró nélküli talajra* hulló csapadék ( $C_{hn}$ ) átlagos havi összegeit:

$$V = \bar{h} + C_{hn} \quad (4)$$

A  $C_{hn}$  mennyiség meghatározásánál abból a feltevésből indulhatunk ki, hogy az függvénye a *hótakaró tartalmának* ( $n_{ht}$ ) és a lehulló csapadék mennyiségének:

$$C_{hn} = \varphi(n_{ht}, C)$$

A függvénykapcsolat előállításához az ország területén egyenletesen elosztott 17 állomásról a vizsgált 32 tél adatai alapján meghatároztuk, hogy az egyes hónapokban mekkora a *hótakaró nélküli felszínre és a hótakaróra hulló csapadék* átlagos összege



1. ábra. Segédlet a hólé átlagos havi összegének meghatározásához

( $C_{hn}$  és  $C_{ht}$ ) s megállapítottuk, hogy a hónap hosszának százalékában kifejezett átlagos hóborításhoz tartozó  $C_{hn}$  ill.  $C_{ht}$  a havi átlagos csapadékösszegnek hány százaléka. A kapcsolatot leíró függvénygörbét a 2. ábrán mutatjuk be. A további számítások során még az alábbi összefüggéseket használhatjuk fel:

$$C_{hn} + C_{ht} = C$$

$$\Sigma \bar{h} = \Sigma C_{ht} \quad (\text{csak a tél egészére érvényes})$$

Végeredményben télen egy-egy hónap során a felszínre jutó vízmennyiség a következő tényezők függvénye:

$$V = F(H_{\max}, n_{ht}, T, C)$$

E tényezők mindegyikének sok helyről rendelkezésre állanak éghajlati törzsértékei, így a megadott számítási segédletek alapján  $V$  normálértékei a földrajzi eloszlás ábrázolásához könnyen meghatározhatók. Tekintve, hogy az összefüggések (1. és 2. ábra) érvényességét csak hosszabb időszak *átlagára* bizonyíthattuk, az eljárás *rövidebb időszakokra* (pl. egyes évek hónapjaira) nem alkalmazható. A felszínre jutó vízmennyiség éghajlati átlagainak részletes állomáshálózat alapján történő tanulmányozását ki kell tehát egészítenünk kevesebb számú jól kiválasztott állomásra elvégzett naponkénti hóvíz mérleg számításokkal. Ilyen módon előállíthatók  $V$  eloszlásfügg-

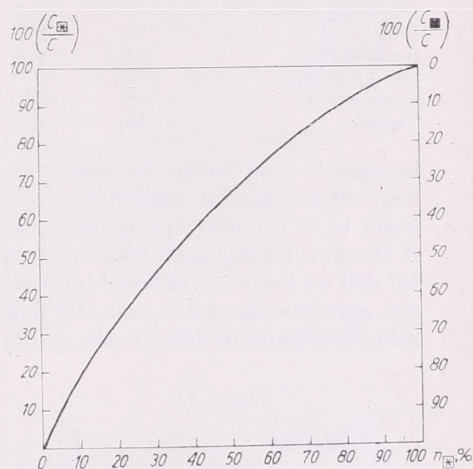
vényei, meghatározhatók e függvények mértékadó valószínűségi szintekhez tartozó értékei, majd kapcsolat kereshető a sok helyről ismert  $V$  átlagok s a mértékadó értékek között.

*A felszínen folyékony halmazállapotban megjelenő csapadék átlagos és mértékadó értékei*

Az előzőekben ismertetett számítási eljárással 93 állomásról meghatároztuk a hólé és a felszínre jutó összes vízmennyiség éghajlati normálértékeit. Ezeket az ország főbb tájait jellemző néhány kiválasztott állomásról az *I. és II. táblázatban* közöljük. A normálértékek az 1930/31—1943/44, 1946/47—1963/64 közötti 32 téli félévre vonatkoznak.

A hólé átlagos összege hóban szegény alföldi tájainkon 50—60 mm között változik, hegyvidékeinken és a Dunántúl délnyugati vastagabb hótakarójú tájain 100 mm fölé emelkedik, a Mátra, a Bükk és a Börzsöny magasabb fekvésű területein pedig 200—250 mm közötti értékekkel találkozunk. Az olvadás ritmusának megfelelően országunk túlnyomó részén februárban keletkezik a legtöbb hólé, csak 400 méternél magasabb területeinken továbbá a Dunántúl nyugat-délnyugati szögletében az Alpokalján és a Kelet-Zalai dombság vidékén tolódik át márciusra az intenzív olvadás a hólé átlagainak tükrében.

Az olvadás ütemének részletesebb megismerése céljából naponkénti hóvízmérleg számításaink alapján bemutatjuk a hólé átlagos dekádösszegeit a leghavasabb hegyvidékeinket jellemző Kékestetőről, a Dunántúl délnyugati havas területét reprezentáló Nagy-



2. ábra Segédlet a hótakaróval borított és hótakaró nélküli felszínre hulló csapadékmennyiség átlagos havi összegének meghatározásához

I. T Á B L Á Z A T

*A hólé (h) átlagos havi összegei, mm*

Állomás	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Szept.-Máj.
Budapest Met. Int.	.	.	4	14	18	23	23	.	.	82
Dobogókő	1	6	12	29	27	32	75	8	3	193
Farkasgyepű	.	1	15	24	27	40	48	9	.	164
Felsőszentiván	.	.	2	9	15	24	16	.	.	66
Kecskemét	.	.	1	8	13	19	13	.	.	54
Kékestető	1	9	28	33	25	32	91	46	4	269
Magyaróvár	.	.	2	10	16	27	23	.	.	78
Nagykanizsa	.	1	3	20	19	37	30	1	.	110
Nyíregyháza	.	.	2	8	14	24	10	.	.	58
Orosháza	.	.	2	7	15	22	13	1	.	60
Pécs	.	.	2	11	17	27	17	.	.	74
Rudabánya	.	1	2	13	14	23	21	1	.	75
Szentgotthárd	.	1	7	17	19	33	34	1	.	112
Szombathely	.	1	2	16	16	20	22	.	.	77
Tiszaörs	.	.	2	10	13	19	11	1	.	56

II. TÁBLÁZAT

A felszínen folyékony halmazállapotban megjelenő csapadék  
(V) átlagos havi összegei, mm

Állomás	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Okt.- Ápr.
Budapest Met. Int.	55	68	47	31	41	55	45	342
Dobogókő	72	70	48	29	36	95	53	403
Farkasgyepű	65	80	47	38	55	73	69	427
Felsőszentiván	48	56	37	27	42	45	43	298
Kecskemét	44	55	37	24	37	39	39	275
Kékestető	71	83	45	25	33	103	93	453
Magyaróvár	54	55	38	27	38	52	39	303
Nagykanizsa	66	74	52	35	54	58	54	393
Nyíregyháza	45	53	35	26	39	33	39	270
Orosháza	44	54	38	28	38	37	37	276
Pécs	62	70	44	36	50	50	62	374
Rudabánya	44	54	36	25	35	45	41	280
Szentgotthárd	71	66	43	28	42	63	55	368
Szombathely	53	49	40	24	31	50	45	292
Tiszaórs	40	52	34	25	35	38	37	261

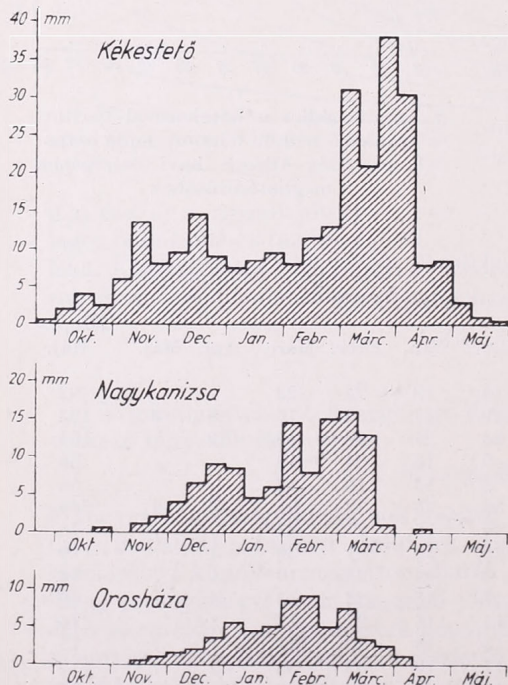
kanizsáról s az Alföld hőszegegy tájait képviselő Orosházáról (3. ábra). Magas hegyvidékeinken a legerőteljesebb olvadás március utolsó dekádjában következik be, s ott még április elején is jelentős hótömegek olvadásával számolhatunk. A Dunántúl délnyugati részén március első dekádjában az olvadás fő időszaka, a Tiszán túl déli területén a vékonyabb hótakaró korábbi olvadását jelzik a hólé mennyiségének már február első és második dekádjában mutatkozó maximális értékei. Mindhárom állomáson, de főként délnyugaton észrevehető december végén egy kisebb má-

sodmaximum, amely az ekkortájt bekövetkező, a hőmérséklet emelkedésében és a csapadékhajlam megnövekedésében tükröződő időjárási szingularitást jelzi [4].

A vízgazdálkodás és vízháztartás-számítások szempontjából legfontosabb kérdés a felszínen folyékony halmazállapotban megjelenő csapadékmennyiség meghatározása. Számításaink eredmények szemléletes ábrázolására V havi átlagait a csapadék átlagos havi összegeinek százalékában fejeztük ki.

Így tűnnek markánsan elő azok a regionális különbségek, amelyek tudományos és gyakorlati szempontból egyaránt további következtetések levonásához vezetnek.

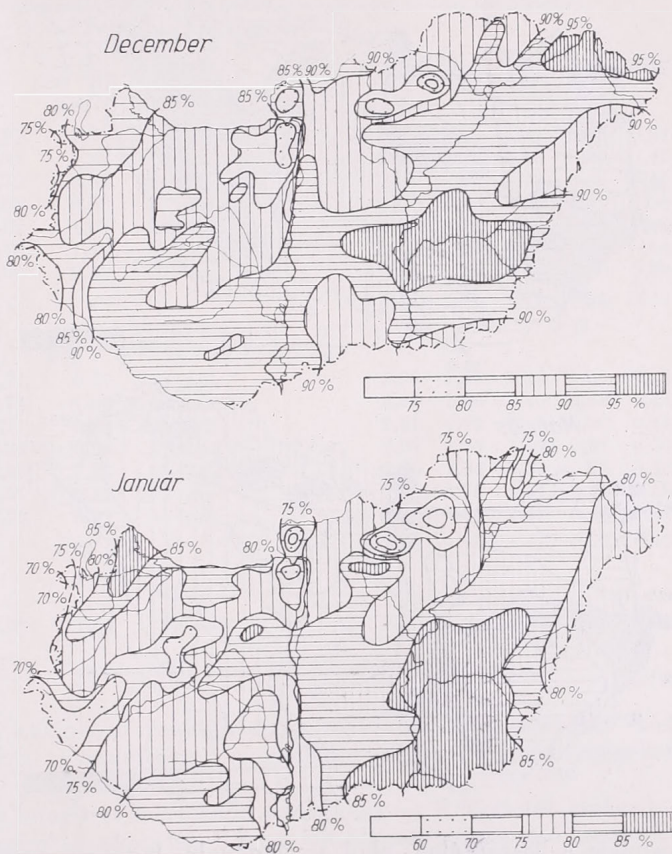
E százalékszámok eloszlását feltűnítő és itt bemutatásra kerülő térképek (4.—5. ábra) a decembertől márciusig terjedő időszakra vonatkoznak, mivel éghajlatunkon legmagasabb hegyeinket kivéve októberben és novemberben, továbbá áprilisban a lehulló csapadék és a felszínre jutó vízmennyiség átlagai között eltérés nincsen.



3. ábra A hólé átlagos dekádösszegei, mm

A téli hónapok átlagos csapadékeloszlását ismerve (I. Magyarország Éghajlati Atlaszának megfelelő térképeit), az ábrák alapján interpolált megfelelő százalékszám és a csapadéktérképekről interpolált havi összeg segítségével az ország bármely pontjára közelítő pontossággal előállíthatjuk V mm-ben kifejezett átlagait. Pontosabb számításokhoz az interpolált százalékszámok mellett a Magyarország Éghajlati Atlaszának II. kötetében, az Adattárban 786 állomásról közölt csapadéknormálokat vehetjük figyelembe [5].

A hófelhalmozódás időszakában decemberben és januárban a felszínen folyékony halmazállapotban megjelenő csapadékmennyiség átlaga a havi átlagos csapadékösszeg %-ban decemberben és januárban

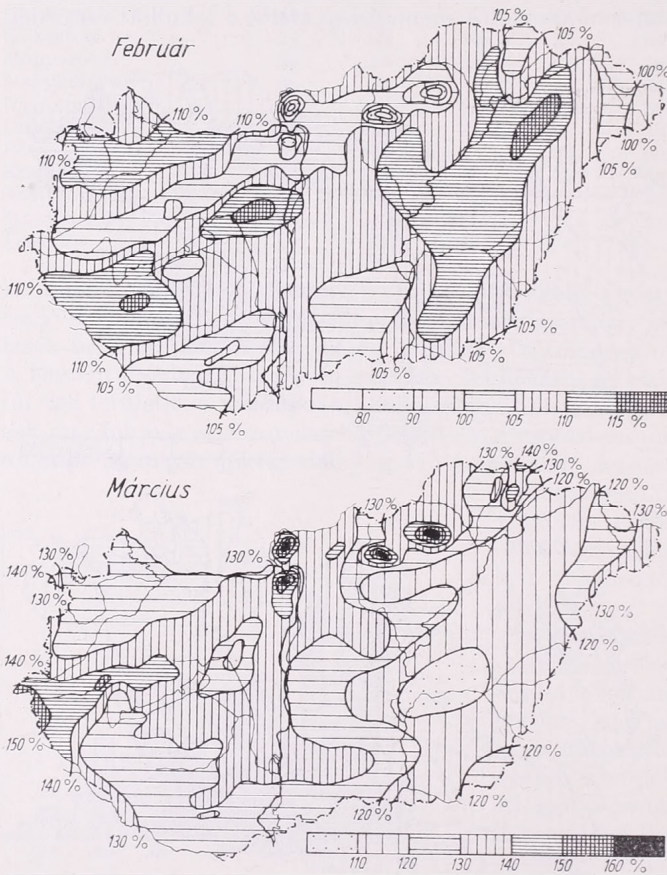


4. ábra. A felszínen folyékony halmazállapotban megjelenő csapadékmennyiség átlaga a havi átlagos csapadékösszeg %-ban decemberben és januárban

mennyiségénél. Decemberben a tényleges vízbevétel a leeső csapadéknak síksági tájainkon általában 90—95%-a, dombvidékein és hegyeinken 85%-ánál kevesebb, a Mátra és Bükk csúcsain csak 75% körüli. Januárban a lehulló csapadéknak még az Alföld hőszegény tájain is csak 80—85%-ával számolhatunk mint tényleges vízbevétellel, dombvidékeinken a havi csapadéknak 70—75, magasabb hegyeinken pedig mindössze 50—60 %-át teszi ki a felszínre jutó vízmennyiség.

Februárban, hegyvidékeinket kivéve, mindenütt elkezdődik az intenzív olvadás, a felszínre jutó vízmennyiség az ország túlnyomó területén *nagyobb* a csapadékösszegeknél. A Tiszántúl nagy részén, a Mezőföldön, a Kisalföldön és a Dunántúli dombság nyugati felében a havi átlagos csapadék 110—115%-át teszi ki a fel-

színre jutó víz. Hegyvidékeinken azonban még tart a hófelhalmozódás, így pl. a Mátra és Bükk magasán fekvő területein csak 65—75% az arányszám értéke. Márciusban mutatkoznak  $V$  értékének a csapadékhöz viszonyított legnagyobb eltérései. A felszínre jutó vízmennyiség ebben a hónapban az ország nagy részén s zömmel a Dunántúlon meghaladja a havi átlagos csapadék 130%-át, sőt magasabb hegyeinken, a Mátrában, Bükkben, Börzsönyben és Pilisben, ahol március a heves hóolvadás időszak, a havi csapadékatlag 170—175%-val is számolhatunk! Ezzel



5. ábra A felszín folyékony halmazállapotban megjelenő csapadékmennyiség átlaga a havi átlagos csapadékösszeg %-ban februárban és márciusban

szemben a Tiszántúlon, ahol a vékonyabb hótakaró nagy része már februárban elolvadt, mindössze 110—120, sőt a Körösök vidékén csupán 105—110% között váltakozik az arányszám.

Adataink és térképeink vázlatos áttekintést biztosítanak a hóolvadásból származó vízmennyiségek regionális felmérésehez, és így tervezések, vízháztartás- és vízkészletszámítások céljára kiindulási alapot jelenthetnek mindaddig, amíg a tér- és időbeli elosztást az egész országra kiterjedő részletes és kellő hosszúságú *hóvízháztartásmérések* adatai alapján nem tudjuk majd feldolgozni. Erre viszont — tekintettel az ilyen irányú hálózatszerű hazai mérések rövid múltjára — véleményünk szerint egy-két évtizeden belül aligha kerülhet még sor.

A különböző tervezőmunkák igényeit figyelembe véve, már az első nagyvonalú országos feltárás keretében is indokolt, hogy támpontot adjunk a hóolvadási idő-

szak során a felszínre jutó vízmennyiségek mértékadó értékeinek becsléséhez. Ennek érdekében részletesen feldolgozott 7 állomásunkról előállítottuk V február és március havi összegeinek empirikus eloszlásfüggvényeit (Kékestetőről indokolt április bemutatása is), majd azokat Pearson-III típusú valószínűségi eloszlásfüggvénnyel közelítettük meg. A III. táblázatban közöljük számításaink végeredményét: a Pearson-III függvények variációs ( $C_v$ ) és aszimmetria tényezőit ( $C_s$ ), s a függvények adott  $p$  túllépési valószínűséghez tartozó értékeit a minták számtani közepének ( $m$ )

### III. TÁBLÁZAT

A felszínre jutó vízmennyiség ( $V$ ) eloszlásának valószínűségi számításai feldolgozása Pearson-III függvénnyel

Állomás	$C_v$	$C_s$	$m$	$p = 5\% \quad 10\% \quad 25\% \quad 50\% \quad 75\%$				
				F e b r u á r				
Nagykanizsa	0,67	0,71	54 mm	2,21	1,90	1,41	0,93	0,51
Szombathely	0,81	0,87	31 mm	2,49	2,08	1,48	0,89	0,41
Budapest	0,72	0,94	41 mm	2,34	1,96	1,42	0,89	0,47
Oroszáza	0,62	—0,08	38 mm	2,00	1,79	1,42	1,01	0,58
Nyíregyháza	0,82	1,07	39 mm	2,53	2,10	1,46	0,86	0,40
Kékestető	1,18	1,10	33 mm	3,24	2,59	1,66	0,80	0,14
Dobogókő	0,68	0,43	36 mm	2,29	1,90	1,44	0,96	0,52
7 állomás átlaga				2,44	2,05	1,47	0,91	0,43
				M á r c i u s				
Nagykanizsa	0,71	0,77	58 mm	2,30	1,95	1,43	0,91	0,48
Szombathely	0,72	1,09	50 mm	2,36	1,96	1,40	0,88	0,48
Budapest	0,77	0,82	55 mm	2,41	2,03	1,46	0,90	0,44
Oroszáza	0,63	0,26	37 mm	2,07	1,83	1,42	0,97	0,56
Nyíregyháza	0,80	1,96	33 mm	2,60	2,04	1,34	0,77	0,43
Kékestető	0,57	0,40	103 mm	2,00	1,76	1,37	0,97	0,59
Dobogókő	0,72	0,91	95 mm	2,34	1,96	1,43	0,89	0,47
7 állomás átlaga				2,30	1,94	1,41	0,90	0,49
				Á p r i l i s				
Kékestető	0,69	1,54	93 mm	2,35	1,92	1,34	0,83	0,50

Megjegyzés:  $m$  = középérték,  $C_v$  = variációs tényező,  $C_s$  = aszimmetria tényező

egységében kifejezve. A különböző valószínűségeket rovatában levő értékeket  $m$ -el szorozva nyerjük az adott valószínűséggel meghaladott  $V$  havi vízmennyiségeket mm-ben.

Az átlag egységében kifejezett mértékadó értékeknek — Kékestetőt kivéve — országszerte eléggé egyöntetű az eloszlása, s így a hét állomás átlaga első közelítésben alkalmas arra, hogy legmagasabb hegyvidékeinket nem tekintve,  $V$  mértékadó havi összegeinek becslésére felhasználjuk (a számításokhoz szükséges  $V$  havi átlagokat a II. táblázatból vehetjük). A III. táblázat adatai egyben felhívják arra is a figyelmet, hogy a jövőben kívánatos több hegyvidéki állomás hóészleléseinek hasonló részletességű feldolgozása, majd e feldolgozó munka olyan mértékű kiszélesítése, hogy a Pearson-III eloszlás paramétereinek térbeli ábrázolását megkísérélhessük.

A hóolvadás folyamatának éghajlati elemzését célzó vizsgálataink néhány főbb eredményét mutattuk be, s tettünk első ízben arra kísérletet, hogy meghatározzuk a téli évszak során a felszínre folyékony halmazállapotban jutó, tehát a hidrológiai ciklusba nagyobb időveszteség nélkül bekapcsolódó csapadékmennyiségek földrajzi

eloszlását s mértékadó értékeit Magyarország területén. Feldolgozó munkánk eredményeként számos olyan további, a hóolvadás finomabb részleteire rávilágító statisztikai adat birtokába jutottunk, amelyek elemzését jelen tanulmányunk keretei nem teszik lehetővé. Ezek közül első helyen a felszínre jutó vízmennyiségek *hónapnál rövidebb* időszakokra előállított mértékadó értékeit említjük meg. Ennek a kérdésnek részletes tárgyalására más alkalommal térünk ki.

#### I R O D A L O M

- [1] *Stoenescu, V. — Teodorescu, E.*: Prime rezultate experimentale asupra evaporatiei de la suprafata zapezii. Studii de hidrologie XI. Bucuresti, 1964.
- [2] *Salamon Pál*: A hó olvadásának vizsgálata a Bükk hegységben. Időjárás (1956) p. 265—276.
- [3] *Péczeley György*: A hótakaró gyakorisága Magyarországon. Az Orsz. Meteor. Int. Hivatalos Kiadványa, Magyarország éghajlata 9. szám. Budapest, 1966.
- [4] *Bacsó Nándor*: Magyarország éghajlata, p. 76. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1959.
- [5] *Kakas József* (szerk.): Magyarország Éghajlati Atlasza II. kötet, Adattár 1. táblázat, p. 41—56. Akadémiai Kiadó, Budapest 1967.

Bónis Katalin:

### A légköri aeroszolban levő, vízben oldódó anyagokról

*On Water—Soluble Materials Contained in the Atmospheric Aerosol.* Measurements have been made for the determination of the amount of water-soluble materials contained in atmospheric aerosol particles. In addition to the measurement of the chloride, sulphate and ammonium contents, the global mass-concentration of the aerosol has been measured. Variation in time, distribution of the frequency of occurrence, the relation between wind conditions and aerosol concentration, and the correlations existing among the different measured quantities, particularly those existing between the ammonium and sulphate contents, are investigated. The results of comparative measurements executed at Budapest and in the open country are described. As a conclusion, a discussion of the results from the point of view of cloud physics is presented.

\*

*О растворимых в воде веществах, содержащихся в атмосферном аэрозоле.* Проводились измерения для определения содержания растворимых в воде веществ в атмосферных аэрозольных частицах. Кроме содержания хлорида, сульфата и аммония измерялась и суммарная массовая концентрация аэрозоля. Изучались вариации этих величин во времени, распределение повторяемости их появления, связь между режимом ветра и концентрацией аэрозолей, а также корреляции между различными измеренными характеристиками, причем особое внимание уделялось связи между содержанием аммония и сульфата. Кроме этого приводятся результаты сравнительных измерений, проведенных в Будапеште и в загородной местности. В заключение полученные результаты рассматриваются с точки зрения физики облаков.

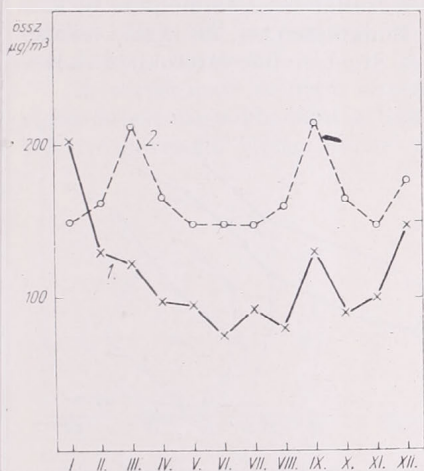
\*

A felhőfizikai kutatások egyik fontos területe a légköri vízgőz kondenzációjának tanulmányozása. Ebben a fizikai folyamatban, a légkör dinamikus jellemzői mellett, legfontosabb szerepe a kondenzációs magvagnak van. A felhők természetét nagymértékben ezen magvak tulajdonságai határozzák meg, vizsgálatuk ezért nagy fontossággal bír. A köd- és felhőképződés szempontjából, az elméleti vizsgálatok szerint, elsősorban a vízben oldódó részecskék tanulmányozása érdekes.

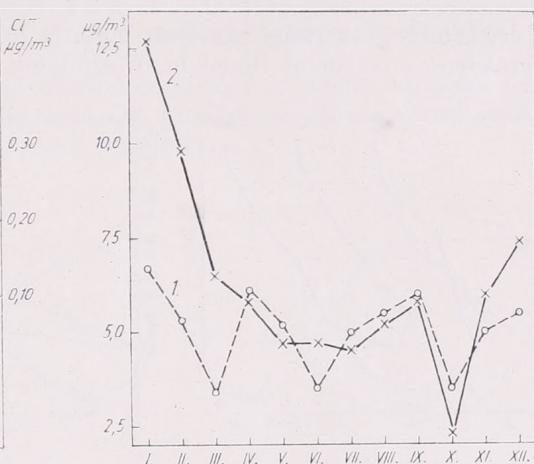
Méréseket végeztünk ezért az aeroszolrészecskék vízben oldódó anyag-tartalmának meghatározására. Az aeroszol-részecskéket *ultramembrán szűrők* segítségével

fogtuk fel, melyek az egész nagyságtartományban kielégítő eredményt adnak [1]. Az aeroszol-részecskék össztömeg koncentrációját a Mészárosné Nagy Ágnes által alkalmazott módszerrel határoztuk meg [2]. Ezenkívül az aeroszol klorid, szulfát és ammónium tömegkoncentrációját vizsgáltuk. Az aeroszol-mintát néhány ml desztillált vízzel lemosva, az így nyert oldat klorid és szulfát tartalmát nefelometrikus, az ammónium tartalmát pedig kolorimetrikus módszerrel határoztuk meg [3].

A következőkben mérési eredményeinkről számolunk be. A méréseket 1966. január 1-től december 31-ig naponta végeztük a budapesti Marczell György Aerológiai Observatóriumban, valamint 1966. október 12-től—31. és december 4—25. között Erdőháton, az ottani Meteorológiai Laboratóriumban.



1. ábra. Az össztömeg-koncentráció (1) és a klorid tartalom (2) évi menete



2. ábra. A szulfát (1) és ammónium tartalom (2) évi menete

A napi mérési adatokat különböző szempontok szerint dolgoztuk fel. Így többek között téli és nyári félév felbontásban is. Meg kell jegyeznünk azonban, hogy az októberi adatokat, mivel nem voltak a téli adatok közé sorolhatók, a féléves fel-dolgozásokból kihagytuk. Az egész évre vonatkozó adatokban viszont ezek is szerepelnek. Így a téli félév adatait 144, a nyárit 168, míg az egész év adatait 342 napi értékből számítottuk.

### 1. A koncentráció értékek évi menete

A naponkénti értékekből számított havi középértékek jól mutatják a koncentrációértékek évi menetét. Ezt láthatjuk az 1. és 2. ábrán. Az aeroszol-részecskék

## I. T Á B L Á Z A T

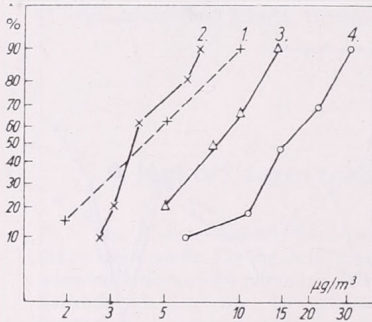
A havi aeroszol-koncentráció értékekből számított félévi és évi középértékek Budapesten,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  STP egységekben

	össztömeg	Az aeroszol-részecskék koncentrációja		
		klorid	szulfát	ammónium
Téli félév	141,8	0,240	5,16	9,13
Nyári félév	96,6	0,225	5,67	5,11
Egész év	114,8	0,232	5,27	6,29

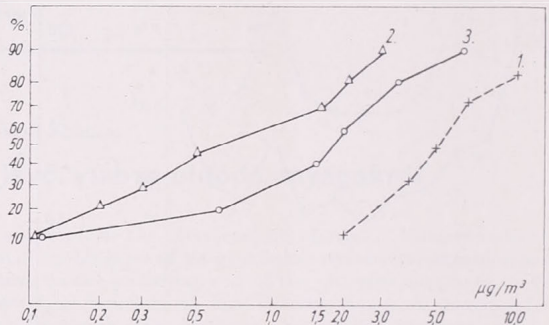
össztömegének és ammónium tartalmának évi menete meghatározott téli maximumot és nyári minimumot mutat, míg a klorid és szulfát tartalom évi változásában ilyen szabályszerűséget nem találhatunk. A téli és nyári félévi, valamint az egész évi átlagos koncentráció-értékeket tartalmazza az I. táblázat.

## 2. A koncentráció értékek gyakorisági eloszlása

A napi értékek előfordulási gyakorisági eloszlása a logaritmikusan normál eloszlást követi. Mérési adatainkat összehasonlítottuk az Egyesült Államokban végzett hasonló mérések eredményeivel [4]. A 3. és a 4. ábra a szulfát és az ammónium tartalom értékeinek gyakorisági eloszlását mutatja be Budapesten, — de nem a város belterületén —, valamint Honolulu, Washington és Stuebenville városokban. Lát-



3. ábra. A szulfát tartalom gyakorisági eloszlása Budapesten (1), Honolulu (2), Washington (3), Stuebenville-ben (4)



4. ábra. Az ammónium tartalom gyakorisági eloszlása Budapesten (1), Washingtonban (2) és Stuebenville-ben (3)

ható, hogy szulfátmérési eredményeink jól beleillenek az amerikai adatok sorába. Az ammónium tartalom azonban eltérést mutat, ugyanis valamilyen helyi hatás miatt ez a komponens nálunk igen nagy koncentrációban fordul elő.

A téli és nyári félévre felbontva is megvizsgáltuk az értékek gyakorisági eloszlását. Az eredmények azt mutatják, hogy a téli félévben az értékek szórása nagyobb, mint a nyári félévben.

## 3. A légáramlás és az aeroszol-részecskék koncentrációjának kapcsolata

Az aeroszol-részecskék eredetének tanulmányozásakor hasznos információkat kaphatunk a különböző irányokból fújó szél esetén előforduló átlagos aeroszol-koncentráció adatokból. A mért aeroszol-koncentráció értékek 24 órás időtartamra vonatkoznak, a széladatokkal való összefüggés vizsgálatához tehát napi eredő széladatokra volt szükségünk. Ezeket háromóránkénti széladatok vektori összegezéséből középértékként kaptuk.

Az aeroszol-részecskék össz-tömeg koncentrációjának, szulfát és ammónium tartalmának szélirányok szerinti középértékét mutatja be az 5., 6. és 7. ábra. Mind a téli, mind a nyári félévben a NW—N—NE irányban, feltehetően ipari-városi eredetű forrás mutatható ki. Ennek hatására jelentősen nő az aeroszol-koncentráció,

kisebb mértékben pedig a vízben oldódó komponensek. Ezenkívül E irányban egy ammónium forrás van. Ez az a bizonyos helyi zavaró hatás, (az obszervatórium közelében levő szerves trágya gyár, ill. szeméttelep), ami az ammónium-tartalmat növeli.

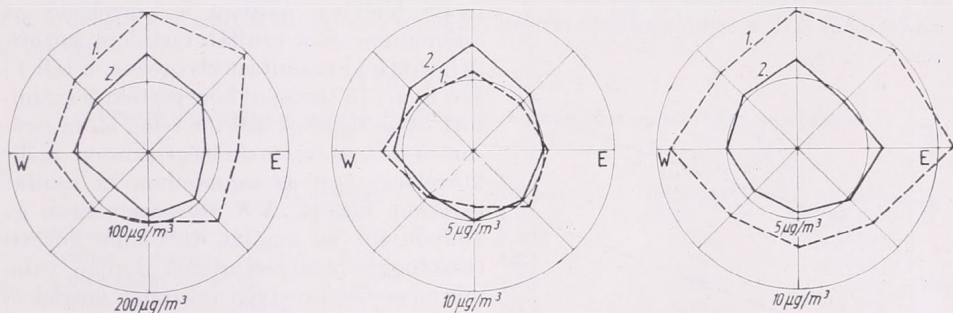
Tehát az aeroszol-részecskék eredete szempontjából célszerűnek látszott két főirányt megkülönböztetni.

a) W—NW—N—NE irányból fújó szél városi-ipari eredetű aeroszolt hoz,

b) E—SE—S—SW irányból fújó szél esetén a háttér aeroszolra jellemző adatokat mérünk.

A II. táblázat az ipari eredetű és a háttér aeroszol koncentráció közötti %<sub>o</sub>-os különbséget mutatja a téli és nyári félévben, ha 100%-nak vesszük a félévi átlagértéket. Meg kell jegyeznünk, hogy W—NW szelekkel tengeri eredetű klorid részecskék is érkeznek.

A városi-ipari eredetű aeroszol összkoncentrációja és szulfát tartalma tehát egész évben nagyobb, mint a háttér aeroszolé. Emellett azonban a városi aeroszol relatíve kevesebb vízben oldódó anyagot tartalmaz.



5—7. ábra. Az aeroszol-részecskék össztömeg koncentrációja, szulfát és ammónium tartalma a szélirányok függvényében a téli (1) és a nyári (2) félévben

## II. TÁBLÁZAT

A városi-ipari eredetű aeroszol jellemző koncentráció értékeinek eltérése a háttér aeroszol adataitól a félévi átlag %-ában Budapesten

	Téli félév	Nyári félév
Össztömeg	+37	+24
Klorid tartalom	+31	+32
Szulfát tartalom	+14	+22
Ammónium tartalom	+2	+1
Vízben oldódó/össztömeg	-21	-14

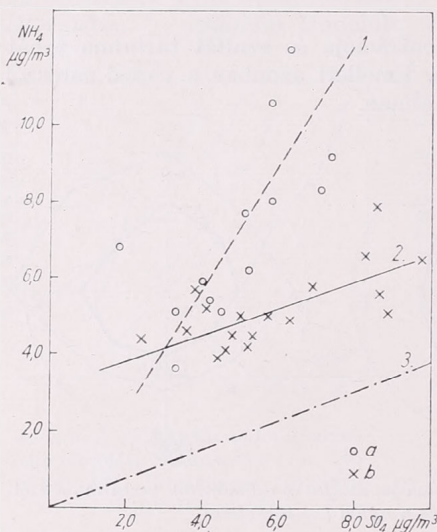
### 4. Összefüggések a különböző elemek koncentráció értékei között

A nyári félévben az aeroszol-részecskék viszonylagos klorid tartalma és az össztömeg koncentráció negatív korrelációt mutat. Ugyanilyen jellegű az ammónium tartalom esetében is a kolleráció. Vagyis a „tisztá” levegőhöz, azaz kis aeroszol tömegkoncentrációhoz viszonylag nagy klorid és ammónium tartozik. Klorid esetén ez a tengeri, míg az ammóniumnál a szárazföldi, de a város által nem szennyezett levegő hatásával magyarázható. Nem ilyen egyértelmű a relatív szulfát tartalom és az össztömeg közötti kapcsolat. Ugyanis a szulfát tartalom esetében a negatív korreláció 100 µg/m<sup>3</sup>-nél nagyobb össz-koncentrációnál pozitívvá válik. A jelenség

magyarazata valószínűleg az, hogy az ipari eredetű aeroszol-részecskék nagy tömeg-koncentrációjuk mellett jelentős mértékben tartalmaznak szulfát vegyületeket.

A téli félévi adatokat is hasonlóképpen megvizsgáltuk, azonban nem mutatható ki határozott irányú korreláció a vízben oldódó anyagok relatív tartalma és az össztömeg koncentráció között. Ennek oka valószínűleg az, hogy a téli félévben a légrétegződésnek van a legnagyobb befolyása az aeroszol-részecskék mennyiségére, és ezt itt most nem vettük figyelembe.

Az előbbieken említettük már, hogy a klorid tartalmú részecskék tengeri és ipari eredetűek is lehetnek, míg a szulfát tartalmú részecskék kimondottan szárazföldi eredetűek. A klorid és a szulfát tartalom között egyértelmű korreláció ezért nem is mutatható ki.



8. ábra. Az aeroszol-részecskék ammónium tartalma a szulfát tartalom függvényében: a) téli, b) nyári adatok; 1. téli, 2. nyári regressziós egyenes, 3. a sztöchiometriai arány-nak megfelelő egyenes

Tehát az ammónium-szulfát sztöchiometriai arányhoz képest egész évben feleslegben is van ammónium az aeroszolban. A téli félévben ez a felesleg a szulfát tartalommal arányosan növekszik, míg a nyári félévben közel konstans  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -értékű. Azaz valamilyen más ammónium-vegyületnek is kell lennie a légköri aeroszol-részecskékben. Röviden itt erről csak annyit mondhatunk, hogy valószínűleg ammónium-hidroxid a kérdéses vegyület.

##### 5. Megjegyzések az aeroszol-részecskék ammónium tartalmának kérdéséhez

Ammónium koncentráció mérési eredményeinket akár *Junge* adataival (5), akár különböző amerikai adatokkal (4) hasonlítjuk össze, látható, hogy a budapesti adatok kiugróan nagyok. Ennek okát keresve, a következő méréseket végeztük el.

Mindenekelőtt felmerülhet az a gyanú, hogy a szűrőn ammónia gázt is felfogtunk, melynek koncentrációja az Aerológiai Obszervatóriumban  $80-100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ezért hét alkalommal két egymásra helyezett szűrőn szivattuk át a levegőmintát.

Érdekes az ammónium és a szulfát tartalom közötti összefüggés vizsgálata. *Junge* szerint ugyanis a szárazfölkék felett a vegyes magvak vízben oldódó anyagként ammónium-szulfátot tartalmaznak (5). Méréseink alapján mind a téli, mind a nyári félévben pozitív a korreláció az ammónium és a szulfát tartalom között. A korreláció-számítást elvégezve, a téli 15 és a nyári 18 tíznapos középerértéktől számított összefüggések szerint télen is, és nyáron is 1%-os valószínűségi szinten reális korreláció van az ammónium és szulfát tartalom között. A 8. ábra szemlélteti az ammónium és szulfát tartalom közötti összefüggést a mérési adatok alapján, valamint a sztöchiometriai arálynak megfelelő egyenest. A regressziós egyenesek egyenletei: a téli félévben

$$Y = 1,76 X - 0,59$$

a nyári félévben

$$Y = 0,33 X + 3,24$$

ahol  $X$  az aeroszol szulfát tartalma,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  STP-ben, míg  $Y$  az aeroszol ammónium tartalma  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -STP-ben.

Ekkor, amennyiben ammónia gázt is felfog a szűrő, a második szűrőn is kellene kimutatható mennyiségű ammóniumnak lennie. Mérési eredményeink alapján nyugodtan mondhatjuk, hogy gázállapotú ammóniát a szűrő nem fog fel.

Az ammónium-szulfáton kívül feltételezhetően előforduló más ammónium-vegyület kimutatása céljából a következő kísérleteket végeztük el. Az aeroszol-minta vízben oldódó anyagát tartalmazó oldatot a szokásos módon kívül, forralás után analizáltuk. A 13 alkalommal végzett kísérlet szerint forralás után a vizsgált minta ammónium tartalmának 64%-a maradt meg. A többi, — feltevésünk szerint — olyan ammónium vegyületben volt, ami forralás hatására elbomlott, és ammónia gáz távozott el. Ilyen vegyület az ammónium-hidroxid.

### 6. Összehasonlító mérések Budapesten és Erdőháton

A városi-ipari eredetű és a háttér aeroszol jellemző adatainak összehasonlítása céljából mintavevéseket folytattunk Erdőháton, Budapesttől kb. 30 km távolságra SW irányban, kimondottan mezőgazdasági területen. Az októberi mérési adatok, az akkori nyári időjárást figyelembe véve, közel nyári adatoknak tekinthetők, míg a decemberi adatok tipikusan téliek. A mérési eredményeket a III. táblázat tartalmazza.

### III. T Á B L Á Z A T

*Aeroszol-koncentráció adatok Budapesten és Erdőháton  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  STP egységekben*

	Ny á r		T é l	
	Budapest	Erdőhát	Budapest	Erdőhát
Összes aeroszol	83,8	74,6	170,3	97,6
Klorid tartalom	0,173	0,302	0,295	0,281
Szulfát tartalom	3,27	4,85	5,78	5,88
Ammónium tartalom	2,10	1,65	8,25	4,78
Vízben oldódó/össztömeg	6,6%	9,1%	8,4%	11,2%

A 20—20 napos mérési sorozatból messzemenő következtetéseket nem vonhatunk ugyan le, annyit azonban megállapíthatunk, hogy az obszervatórium, illetve a háttér levegője között csak télen van lényeges különbség. Nyáron a háttér aeroszol vízben oldódó anyagként kimutathatóan ammónium-szulfátot tartalmaz, hiszen az ammónium és szulfát tartalom aránya 0,35:1, mérési pontosságon belül megegyezik a sztöchiometriai aránnyal. Télen a háttér aeroszol is tartalmaz az ammónium-szulfáton kívül más ammónium-vegyületet, de kisebb mértékben, mint az ipari-városi aeroszol. A háttér aeroszolban egész évben relatíve több vízben oldódó anyag található, mint a szennyezett aeroszolban.

### 7. Mérési eredményeinkből levonható felhőfizikai következtetések

Eredményeinkből látható tehát, hogy az aeroszol-részecskék összes tömegének kb. 10%-t teszik ki a vízben oldódó anyagok. Ez az érték háttér aeroszol esetén valamivel nagyobb, mint szennyezett területeken. A vízben oldódó vegyület legnagyobb részét ammónium-szulfát, ezenkívül valószínűleg ammónium-hidroxid. A tengeri és ipari eredetű klorid tartalmú részecskék koncentrációja középértékben  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , elhanyagolhatóan kicsi a kb.  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  értékű ammónium-szulfát tartalommal szemben. Megjegyezzük még, hogy az aeroszol-részecskék  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nagyságrendben kalcium, és  $1—2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  középértékben nitrát ionokat is tartalmaznak. Ezek szerepe a kondenzációs folyamatokban azonban elhanyagolható.

Tehát kimondhatjuk, hogy Magyarország és általában a kontinens belseje fölött a felhőképződésben fontos szerepet játszó kondenzációs magvak a szárazföldi

eredetű, ammónium-szulfátot tartalmazó vegyes magvak közül kerülnek ki. További következtetésekre csak akkor juthatunk, ha a részecskék méretét is figyelembe vesszük. A részecskék vízben oldódó anyag tartalma mellett ugyanis a méretük a másik döntő tényező, ami meghatározza aktivitásukat a légköri vízgőz kondenzációjában. A részecskék méretének meghatározása azonban a membrán-szűrőn fel-fogott összes aeroszol-részecskék tömeganalízisével nem lehetséges. Ezen probléma megoldásához tehát más jellegű, újabb vizsgálatok szükségesek.

## IRODALOM

- [1] *Lodge, J. P.—Swanson, G. A.*: Penetration of Membrane Filters by Condensation Nuclei. *J. Rech. Atm.* Vol. I. p. 15. 1964.
- [2] *Mészárosé Nagy Á.*: A légköri aeroszol tömeg- és számszerű koncentrációjának kapcsolata. *Időjárás*, 70. évf. 1966. 355. old.
- [3] *Mészáros, E.*: A csapadékvíz kémiai összetételének mérése. Országos Meteorológiai Intézet Beszámoló, 1964. 63. old.
- [4] *Public Health Service*: Air Quality Data from the National Air Sampling Networks and Contributing State and Local Networks 1964—65. U. S. Department of Health, Education and Welfare. Cincinnati 1966.
- [5] *Junge, C. E.*: Die Rolle der Aerosole und der gasförmigen Beimengungen der Luft im Spurenstoffhaushalt der Troposphäre. *Tellus*, Vol. 5. p. 1. 1953.

Titkos Ervin:

### A földfelszíni nyomásmező előrejelzése

*Forecast of the pressure field near the ground (Summary).* By employing the turbulence equation and the basic equation of statics a rather simple procedure has been elaborated for the computation of the variations of the near ground pressure. According to this procedure the variations of the near ground pressure field is due above all to the absolute turbulence and the advection of temperature. On the basis of the above procedure several successful forecasts have been made. Errors occurred only on account of the use of large grid distances and of the neglect of non-adiabatic processes.

\*

Az időjárás előrejelzésének automatizálása nagy léptekkel halad előre a fejlettebb meteorológiai szolgálatokban. Egyre bonyolultabb előrejelzési modelleket alkalmaznak, amit az elektronikus számítógépek fejlődése tesz lehetővé. Ez-ideig a legkielégítőbben a fő nyomásszintek előrejelzésének automatizálását sikerült megoldani. Bizonyos nehézségek merülnek fel azonban a földfelszíni nyomásmező előrejelzésénél. Ennek az az oka, hogy a földfelszín közelében már nem elhanyagolható szerepet játszik a sűrűlódás, az orográfia hatása, és a folya-

matok már nem tekinthetők adiabatikusnak.

Éppen ez a körülmény indított bennünket arra, hogy elsősorban a földfelszíni bárikus mező prognosztizálásának problémáját tegyük meg vizsgálatunk tárgyává. Első lépésként az örvényességi egyenletnek és a sztatika alapegyenletének felhasználásával előállítottuk a földfelszíni nyomásváltozás egy meglehetősen egyszerű modelljét, amelyben a földfelszint tökéletesen síknak, a mozgást sűrűlódásmentesnek, kvázi-geosztrófikusnak és kvázi-sztatikusnak tételeztük fel, és a nem adiabatikus folyamatoktól eltekintettünk. A jelen dolgozatnak éppen az a célja, hogy ezt a modellt, és a segítségével készített előrejelzésekkel kapcsolatos tapasztalatainkat bemutassuk.

A következő lépésekben modellünkbe sorra beépítettük az orográfia, a földfelszíni sűrűlódás, valamint a latens hő felszabadulásának hatásait, de az így kibővített modellek prognosztikai jelentőségét csak akkor tudjuk majd kiértékelni, ha sikerülni fog a szükséges számítá-

sok elvégzésére elektronikus számítógépet igénybe vennünk. Ezért az utóbbiakal kapcsolatos eredményeinkről egy későbbi dolgozatban fogunk beszámolni.

A földfelszíni nyomásmező előrejelzésére szolgáló prognosztikai egyenletünk levezetésénél felhasználjuk a

$$\nabla^2 \frac{\partial z}{\partial t} = \frac{g}{f} (\nabla^2 z, z) + (f, z) + \frac{f^2}{g} \frac{\partial \omega}{\partial p} \quad (1)$$

örvényességi egyenletet, valamint a tetszőleges két izobárfelület magassága és e felületek közötti légréteg vastagsága közötti

$$z_0 = z - h \quad (2)$$

összefüggést.

(1)-ben és (2)-ben a következő jelölések szerepelnek:  $z$  a  $p$ ,  $z_0$  pedig a  $p_0$  nyomásfelületnek a magassága,  $h = z - z_0$  a  $p$  és  $p_0$  nyomásfelületek közötti légréteg vastagsága,  $\omega = dp/dt$  a  $p$  rendszerbeli függélyes sebesség,  $f$  a Coriolis paraméter,  $g$  a nehézségi gyorsulás,  $t$  az idő, és végül  $(a, b) = \begin{pmatrix} \partial a / \partial x & \partial b / \partial y \\ \partial a / \partial y & \partial b / \partial x \end{pmatrix}$  a Jacobi-féle determináns.

Ha (2)-öt az idő szerint differenciáljuk:

$$\frac{\partial z_0}{\partial t} = \frac{\partial z}{\partial t} - \frac{\partial h}{\partial t}$$

majd a

$$\frac{\partial z_0}{\partial t} = \frac{1}{g \rho_0} \frac{\partial p_0}{\partial t}$$

ismert összefüggés segítségével  $\frac{\partial z}{\partial t}$ -ről  $\frac{\partial p_0}{\partial t}$ -re, azaz a földfelszíni nyomásváltozásra térünk át, a következő eredményre jutunk:

$$\frac{\partial p_0}{\partial t} = g \rho_0 \frac{\partial z}{\partial t} - g \rho_0 \frac{\partial h}{\partial t} \quad (3)$$

Integráljuk most az (1) és (3) egyenletet  $p$  szerint a légkör  $p = p_0$  alsó és  $p = 0$  felső határa között. Ha bevezet-

jük az  $\bar{a} = \frac{1}{p_0} \int_{p_0}^0 a dp$  jelölést, akkor az

integrálás eredményét a következőképpen írhatjuk fel:

$$\nabla^2 \frac{\partial \bar{z}}{\partial t} = \frac{g}{f} (\nabla^2 \bar{z}, \bar{z}) + (f, \bar{z}) \quad (4)$$

$$\frac{\partial p_0}{\partial t} = g \rho_0 \frac{\partial \bar{z}}{\partial t} - g \rho_0 \frac{\partial h}{\partial t}, \quad (5)$$

ahol  $\bar{z}$  a légkör közepes nyomásszintjének a magassága,  $h$  pedig a  $\bar{z} - z_0$  különbséggel egyenlő. Az integrálás során (1) jobb oldalának utolsó tagja kiesett, mert feltételeztük, hogy  $\omega$  a légkör alsó és felső határán közelítőleg eltűnik.

Elvileg (4) jobb oldalának mindkét tagját az összes nyomásfelületre ki kellene számítanunk, hogy az örvényesség és a Coriolis paraméter advekciónak integrál-közepét előállíthassuk. A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy csak jelentéktelen hibát követünk el, ha (4) helyett a

$$\nabla^2 \frac{\partial \bar{z}}{\partial t} = \frac{g}{f} (\nabla^2 \bar{z}, \bar{z}) + (f, \bar{z}) \quad (6)$$

egyenletet használjuk fel, azaz az említett két advekciót csak a közepes nyomásfelületre számítjuk ki.

Most szólnunk kell néhány szót a közepes nyomásfelületről is. Ezzel ugyanis az a helyzet, hogy általában az 500 mb-os szintet tekintik a közepes izobárszintnek. Tapasztalatunk szerint azonban pontosabb eredményt kapunk, ha a közepes szintet a főizobárszintek vagy néhány főizobárszint magasságának átlagértékeként tekintjük. Itt megemlítjük, hogy az örvényességi advekciónak az összes főizobárszintre kiszámított, majd közepelt értéke és az 500 mb-os nyomásfelületen talált értéke közötti korreláció 0,76, ugyanakkor az örvényességi advekciónak az előbbi és a főizobárszintek átlagolásából nyert közepes nyomásszinten talált értéke közötti korreláció 0,89. Ez a körülmény egyrészt igazolja (4)-nek a (6) egyenlettel való helyettesítésének jogosságát, másrészt pedig rámutat arra, hogy az 500 mb-os szintet csak durva közelítésként tekinthetjük a közepes nyomásfelületnek.

Ha adiabatikus folyamatot tételezünk fel, és a függélyes sebességtől eltekintünk, akkor a hőmérséklet változások és így a rétegvastagságok változásai csupán advekcio következményei, azaz

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -w \tilde{\mathbf{v}} \cdot \nabla h$$

vagy

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{g}{f}(h, \bar{z}) \quad (7)$$

ahol  $\tilde{\mathbf{v}}$  a  $h$  vastagságú légrétegben a közepes sebességvektor,  $\bar{z}$  pedig ugyaneben a légrétegben a közepes nyomásfelület magassága. Ha (7)-et  $p$  szerint a légkör alsó és felső határa között integráljuk, a következő egyenletre jutunk:

$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial t} = \frac{g}{f}(\bar{h}, \bar{z}) \quad (8)$$

Tapasztalatunk szerint azonban csak jelentéktelen hibát követünk el, ha (8) helyett a

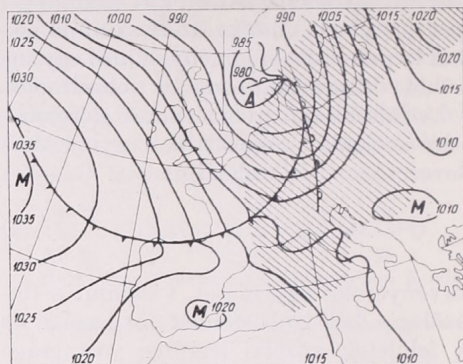
$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial t} = \frac{g}{f}(\bar{h}, \bar{z}) \quad (9)$$

egyenletet írjuk fel, ahol  $\bar{h} = \bar{z} - z_0$ ,  $\bar{z}$  pedig a  $\bar{h}$  vastagságú légrétegben a közepes nyomásfelület abszolút geopotenciálja.

A  $\bar{z}$  és  $\bar{z}$  közötti kapcsolatot a 0,97 korrelációs együtttható jellemzi. Ezt a jó kapcsolatot arra használjuk fel, hogy a

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{z}}{\partial x} &\approx 0,73 \frac{\partial \bar{z}}{\partial x}, \\ \frac{\partial \bar{z}}{\partial y} &\approx 0,73 \frac{\partial \bar{z}}{\partial y} \end{aligned} \quad (10)$$

alakú regressziós egyenlet segítségével  $\bar{z}$ -ről  $\bar{z}$ -re térünk át. Ezzel a számolásmunkát jelentős mértékben csökkenthetjük, és így a földfelszíni nyomásváltozás előrejelzéséhez csak a közepes nyomásszintet valamint e közepes nyomásszint és az 1000 mb-os izobárfelület közötti légréteg vastagságát kell időlépcsőről időlépcsőre prognosztizálnunk.



1. ábra. A szinoptikus helyzet 1965. ápr. 18. 00 GMT

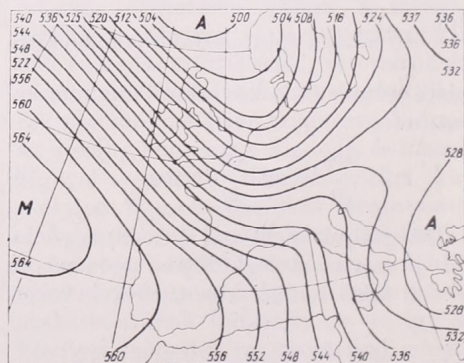
(9) és (10) figyelembevételével (8)-at az alábbi formában írhatjuk fel:

$$\frac{\partial \bar{h}}{\partial t} = 0,73 \frac{g}{f}(\bar{h}, \bar{z}) \quad (11)$$

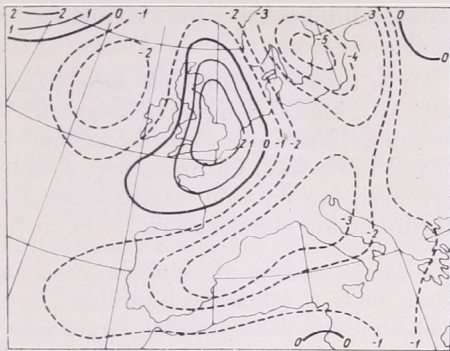
Ha (11)-et (5)-be helyettesítjük, a földfelszíni légnyomásváltozásra a

$$\frac{\partial p_0}{\partial t} = g \rho_0 \frac{\partial \bar{z}}{\partial t} - 0,73 \frac{g^2 \rho_0}{f}(\bar{h}, \bar{z}) \quad (12)$$

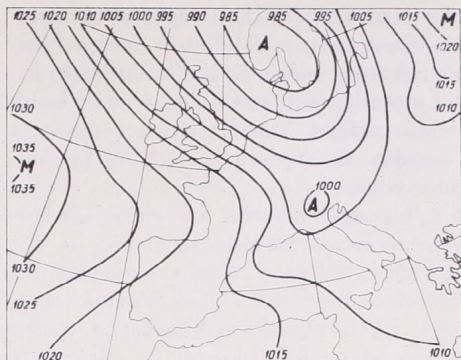
egyenletet kapjuk. A közepes nyomásfelület  $\bar{z}$  magasságának az egyenletben szereplő megváltozására a (6) egyenlet megoldása történik. (12) jobb oldala második tagjának és mindazoknak a tagoknak a kezdeti értékei, amelyek (6) jobb oldalán szerepelnek, a rádiószonda felszállások



2. ábra. A közepes nyomásfelület abszolút topográfia térképe 1965. ápr. 18. 00 GMT



3. ábra. A számított nyomásváltozás mb/3 órában



5. ábra. A számított nyomásváltozás mb/12 órában

útján nyert adatok felhasználásával kiszámíthatók.

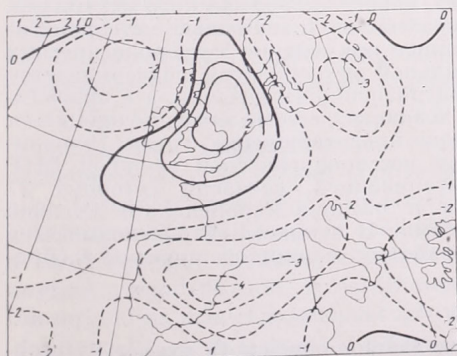
Hogy a (6) és (12) egyenletre alapozott és fent ismertetett előrejelzési módszer felhasználhatóságát megvizsgáljuk, néhány előrejelzést készítettünk. Ezek közül azonban csak a legtanulságosabbat mutatjuk be.

A számításoknál olyan rácshálózatot használtunk, amelynél a rácpontok egymástól 500 km-re vannak. Az időlépcsőt 3 órának választottuk, és a számítást négy időlépcsőben, tehát 12 órára végeztük el. A számolás asztali számológépen történt. (Itt köszönetet kell mondanunk *Fekete Józsefné* és *Takács Ágnes* technikusoknak, akik a nagymennyiségű, meglehetősen lélekölő számításokat elvégezték.) Megemlítjük még, hogy a közepes

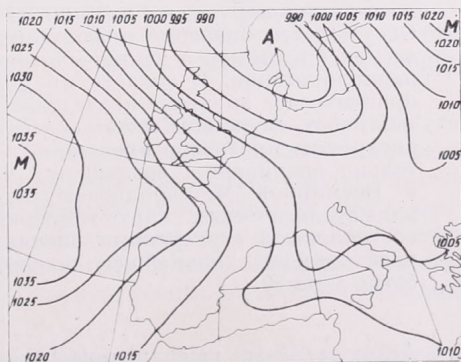
izobárfelület  $z$  magasságértékeit a 850, 500 és 300 mb-os nyomásszintek magasságértékeinek átlagolása útján számítottuk ki.

Az 1. és 2. ábrán bemutatjuk annak az időjárási helyzetnek a szinoptikus, valamint  $z$  térképét, amely az előrejelzés kiindulásául szolgált. A 3. ábrán láthatjuk az előrejelzés során az első időlépcső végén kapott és a 4. ábrán pedig a valóságban bekövetkezett nyomásváltozást. Az ábrák alapján megállapíthatjuk, hogy az előrejelzés néhol rosszul sikerült:

1. A Földközi-tenger nyugati medencéje felett a bekövetkezettnél kisebb nyomáscsökkenést jeleztünk előre. Ennek az az oka, hogy a közepes nyomásfelület izohipszáinak a Földközi-tenger felett található éles anticiklonális görbű-



4. ábra. A tényleges nyomásváltozás mb/3 órában



6. ábra. A tényleges nyomásváltozás mb/12 órában

lete (lásd a 2. ábrát) az egymástól meglehetősen távol, 500 km-re fekvő rács-pontok közé esett, és így számításon kívül maradt. Helyesebb lett volna kisebb rács-távolságot használni, ez azonban a számolás mennyiségét nagyon megnövelte volna.

2. Gyengén sikerült az előrejelzés Közép- és Észak-Európa területén is, éppen ott, ahol az 1. ábrán a csapadékos területet kijelöltük. Tekintettel arra, hogy itt a nyomásesökkenést a meleg levegő advekcója okozta, az elkövetett hiba azzal lehet kapcsolatos, hogy a csa-

padék hűtő hatását nem vettük figyelembe.

Az 5. ábrán bemutatjuk az előrejelzett, a 6. ábrán pedig a valóságos földfelszíni bárikus képet az utolsó időlépeső, tehát 12 óra után. Látható, hogy a bárikus mező legfontosabb sajátosságait ki-elégítő módon előrejeleztük.

A jövő fogja majd eldönteni, hogy a domborzat, a földfelszíni súrlódás és a nem adiabatikus folyamatok figyelembevételével milyen mértékben sikerül majd az előrejelzést javítanunk.

---

Dési Frigyes:

## A gazdaságos meteorológiai kutatásokról

Elnöki megnyitó a Magyar Meteorológiai Társaság XL. rendes közgyűlésén

*On Economically Efficient Ways of Meteorological Research.* Projects of meteorological research and operational work to be executed in this country are analyzed by the author from the aspect of the so-called new economical mechanism. The importance of meteorological information obtained by means of artificial satellites as well as the manifold use of meteorological radars are emphasized. In the field of industrial meteorology, the practical importance of research work on air-pollution is quoted, and, among the projects concerning agricultural interests, the introduction of irrigation forecasts and the projects of hail-suppression activities are mentioned. An appreciative report is given on the contract between the Meteorological Service of the Hungarian People's Republic and the World Meteorological Organization according to which Hungarian specialists are entrusted with the preparation of 27 climatological charts (temperature and precipitation) of the European Region. To conclude, the necessity of a further development of the mechanical control and processing of data is emphasized.

\*

*Об экономичности метеорологических исследований.* Выполняемые в Венгрии планы исследовательской и оперативной работы в области метеорологии анализируются с позиций так наз. нового экономического механизма. Обсуждается значение информации, получаемой с помощью метеорологических спутников а также многостороннее применение метеорологических радиолокаторов. В области индустриальной метеорологии подчеркивается практическое значение исследований загрязненности воздуха, а в программах работ, служащих целям сельского хозяйства, особое значение придается внедрению прогнозов орошения, а также предотвращению града. Положительно оценивается соглашение между метеорологической службой ВНР и Всемирной Метеорологической Организацией, согласно которому 27 климатологических карт температуры и осадков Европейского Региона составляются венгерскими специалистами. В заключение обосновывается необходимость дальнейшего развития работ по машинной проверке и обработке данных.

\*

Az új gazdasági mechanizmus bevezetése számos elméleti és gyakorlati problémát vet fel, és mindenekelőtt azt a követelményt, hogy munkánk — a szó szoros értelmében — népgazdaságunk és a magunk hasznára váljék. E helyt csak röviden

utalunk arra, hogy a korábbi években is, de a múlt esztendőben különösképpen, sokat foglalkoztunk a gazdaság-irányítás kérdéseivel. Az Országos Meteorológiai Intézet (OMI) tanácsulésain — havonként egyszer — állandó napirendi pontként szerepel az új gazdasági mechanizmus problematikája, és vele szoros összefüggésben a szervezés és vezetés tudománya. Bizottság alakult a gyakorlati feladatok megoldására, azzal a céllal, hogy meghatározza a szolgáltatásainkért járó reális díjtételeket. Nemzetközi fórumon, a szocialista országok igazgatóinak tavalyi konferenciáján, Potsdamban is körvonalaztuk már tennivalóinkat, s a bővebb tapasztalatok birtokában ismételjük meg eszmeeserénket ez év őszén Bukarestben, a következő ülészakon. Egyelőre csak a kezdeti lépéseket tettük meg, de az alábbiakban vázolandó példák mégis azt mutatják, hogy tudományos és népgazdasági szempontból jelentős, hatékony kutatási és operatív tervek végrehajtását határoztuk el.

A felszínesen bírálók rendszerint *előrejelzéseinkről* ejtik a legtöbb szót, és sokan hiszik még ma is, hogy az OMI kizárólag rossz prognózisok adására létesült. Kevésbé ismertek a nemzetközi együttműködés keretében megvalósuló programjaink, melyek a rohamosan fejlődő természettudomány és technika legfrissebb eredményeire alapoznak, és közvetlenül szolgálják gazdasági életünknek szerteágazó érdekeit.

Kezdjük ezeknek sorát a *meteorológiai műholdakkal* kapcsolatos kutatási és operatív terveinkkel, annak hangsúlyozásával, hogy a meteorológiai műholdak információi olyan mérvű segítséget nyújtanak az időjárás folyamatok jobb megismerése terén, amelynek távlatai ma még szinte beláthatatlanok. Az MNK Meteorológiai Szolgálatában ma már rendszeresen vesszük a műholdak (NIMBUS, ESSA) felhőképeit, naponta többször láthatjuk fényképeken az Európát borító felhőzeti rendszereket. Jelenleg az ún. ATS-műhold képeinek vételét szeretnők műszakilag megoldani. Ez a Föld forgását követve keringő, stacionáriusnak is nevezett műhold, melynek  $7^\circ$  a magassági szöge hazánkban, 35 700 km magasságban van az Egyenlítő és a  $47^\circ$  nyugati hosszúság felett. A 20 percenként készített felvételein Európa, Afrika és az Atlanti-óceán látható. 1969-re még azt reméljük, hogy a szovjet műhold-rendszerek felhőképeinek vétele is lehetővé válik a számunkra.

Míg a meteorológiai műholdak a felhőzeti rendszerek nagyterületű eloszlásáról tájékoztatnak bennünket, addig az *időjárás radarok* a felhő- és csapadék-zónák térbeli eloszlásának részleteit vetítik elénk, viszonylag kis földfelszín felett. E felhő- és csapadék-zónák felderítését percek alatt végzik el, 50—150 000 km<sup>2</sup> nagyságú területen. Az időjárás radarral permanens megfigyelés végezhető, s meghatározható vele a felhő- és csapadék-rendszerek veszélyes gócainak helye és magassága, követhetjük fejlődésüket. Nyilvánvalóan jól hasznosíthatók ezek az információk rövidtávú előrejelzések készítésekor. Fennáll még annak elvi lehetősége is, ha időjárás radarokkal helyettesítjük a csapadékmérőket, hogy a csapadék eloszlásának az eddiginél részletesebb és pontosabb képét kaphassuk meg.

Időjárás radarokat használnak a felhőfizikai kutatásokban is, pl. a zivatarok dinamikájának vizsgálatakor, mert a felhő- és csapadékképző folyamatok fejlődését részleteiben követik, s olyan pontossággal, amilyenre más műszer vagy egyéb technikai berendezés nem képes. Időjárás radar segítségével állapíthatjuk meg a jégeső keletkezésének helyét és idejét a felhőkben, s ezeknek ismerete révén van lehetőségünk a hatékony beavatkozásra, a jégesőt tartalmazó felhők szétosztatására. Félreértés ne essék: „mindent tudó” időjárás radar, sajnos, nem készíthető, a különböző feladatok megoldása más és más típust igényel.

A Ferihegyi Repülőtér felállítandó időjárás radarunk — bekapcsolódva az európai radar-hálózatba — elsősorban a záporok és zivatarok felderítésére lesz alkalmas, ámde nemcsak a pilótáknak, a zápor- és zivatar-prognózisok készítőinek és a

balatoni vihar előrejelzőinek nyújt majd hasznos információkat, hanem zivatar-kutatóinknak is.

A gyorsütemű ipari fejlődés — így van ez világszerte — erjesztője annak az egyre bővülő problémakörnek, melyet ma az *ipari meteorológiának* nevezett alkalmazott diszciplína területére szoktunk utalni, azért is, mert e feladatok helyes megoldása a meteorológiai paraméterek ismeretét és számításba vételét semmiképp nem mellőzheti. Nyomatókkal szólunk a légszennyeződés terjedését alakító meteorológiai tényezőkről, azokról a jelentős erőket összpontosító kutatásokról, melyek az OMI-ban már öt év óta folynak annak érdekében, hogy a múlthoz képest nagyobb segítséget nyújthassunk az ipari létesítményeket tervező mérnökeinknek. A korábbi években csak a szélviszonyokra vonatkozóan adhattunk információkat, ma azonban már ennél jóval többet nyújtunk. Szakembereink olyan matematikai modellt dolgoztak ki, melynek alkalmazásával — elektronikus számítógép igénybevételével — kéménymagasságok gyors meghatározása vált lehetségessé. Ezek az optimális magasságú kémények biztosítékai annak, hogy ipartelepek és erőművek szennyezett körzetében ne léphessen föl a megengedettnél nagyobb koncentráció. Az utóbbi években számos erőmű tervezéséhez szolgáltatunk a kívánt információkat, s jelenleg — úgy véljük, ez nem kis feladat — a paksi atomerőmű tervezőit látjuk el a szükséges meteorológiai tájékoztatásokkal.

A mezőgazdasági termelés növelése érdekében folyó kutatásunk eredményei közül azokat emeljük ki, melyek az *öntözés ügyének* érdekében valók. Az OMI fontos feladatának tekinti az öntözés előrejelzése módszereinek bevezetését. Arra törekszünk, hogy hazánk főbb éghajlati körzeteiben hidrológiai és meteorológiai tájékoztatók alapján hajtsák végre a fontosabb gazdasági növényeink öntözését. Az eljárás kidolgozása 1963-ban indult meg, kezdetben azzal a céllal, hogy feltárjuk egyes növényállományok vízfogyasztása és a meteorológiai elemek közötti összefüggéseket. Négy éven át folytak szántóföldi kísérletek, s a gyűjtött adatok alapján kutatóink tisztázták a kukorica öntözővízszükséglete és öntözési időpontja előrejelzésének módszertani problémáit.

1967-ben az Országos Vízügyi Főigazgatóság megteremtette annak lehetőségét, hogy e módszert az említett növényre gyakorlatilag alkalmazzuk. Öntözési tájékoztatókkal láttuk el a Középtiszavidéki (Szolnok) Vízügyi Igazgatóságot, s ezeket öntözési szaktanácsadók juttatták el a termelőszoövetkezetekbe és állami gazdaságokba. A kedvező tapasztalatok arra serkentik szakembereinket, hogy a kipróbált módszert nagyobb területen és más növényekre is alkalmazzák, s ezt annál is inkább megtehetik, mert 1965 óta 6 mérőhelyből álló evapotranspirációs hálózat működik hazánk főbb éghajlati körzeteiben.

Ugyancsak a mezőgazdasági termelés növelése érdekében javasoltuk az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságnak (OMFB) a *jégeső elhárítására* vonatkozó tervünket. Mezőgazdaságunkban évenként mintegy félmilliárd forintra becsülhető a jégkár, ámde ma már tudományos és műszaki szinten ott tartunk, hogy megtalálhatjuk e hatalmas kár jelentős mérvű csökkentésének gyakorlati útjait. A Szovjetunióban ui. sikerrel oldották meg ezt a problémát, és jelenleg kereken 1 millió hektárnyi területen vedekeznek — 75—90 %-os sikerrel — e természeti csapás ellen. Éppen ezért tervezzük a szovjet módszer bevezetését, de csak lépésről lépésre, a sejthető anyagi és technikai okok miatt. Viszonylag kis területen és kísérleti jelleggel kezdenők a munkát, és a gazdaságosság követelményére szüntelenül ügyelve szerveznők tovább a jégesőt elhárító állomáshálózatunkat. Talán a Hegyalján vagy a Mecsek környékén létesítjük majd első állomásunkat, mindenképpen ott, ahol az értékes mezőgazdasági kultúrákban (szőlők, gyümölcsösök) gyakori a jégkár. Reméljük, hogy a szükséges anyagiak

biztosítására — az OMFBI-n kívül — az Állami Biztosító és a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium is vállalkozik majd.

Úgy véljük, az *éghajlati atlaszok* gyakorlati hasznát sem kell bővebben bizonyítgatnunk. Az is köztudomású, hogy — szerte a világon — a nemzeti atlaszok mielőbbi elkészítésére törekszenek, mert a Meteorológiai Világszervezet (OMM) világ-atlasz kiadását tervezi. Jelenleg a regionális atlaszok szerkesztése folyik, s mert az 1960-ban megjelent Magyarország Éghajlati Atlasza c. kiadványunk mind szakmai, mind pedig nyomdatechnikai szempontból széles körű nemzetközi elismerést váltott ki, az OMM az MNK Meteorológiai Szolgálatát kérte fel az európai régió csapadék- és hőmérsékleti térképeinek a megrajzolására. Egyelőre 27 db térkép elkészítésére kötötünk szerződést, de mivel a térképek nyomdai sokszorosítására is remélhetően hazánkban kerül sor, 55—60 ezer dollár valutáris bevételre számíthatunk.

Bármennyire hatásosak és meggyőzők a felsorolt példák az új gazdasági mechanizmus bevezetésének küszöbén, egy pillanatra sem szabad megfeledkeznünk a műszaki fejlesztés egyik fő gondjáról: az adatok feldolgozásának, az információk szerzésének *gépesítéséről*. Nem szabad megfeledkeznünk erről, mert különben rabjai és nem urai leszünk az egyre halmozódó adattömegeknek. El kell érniük azt a célt, hogy értelmes és gazdaságos programokkal kössük le az elektronikus számítógépek nagy étvágú kapacitását.

Vajon mit tettünk ezen a téren? A rádiószondák adását pl. ma már automatikus berendezés veszi, olyan módon, hogy a morze-abc-ben kisugárzott jeleket 10-es számrendszerben kódolja, s a mérések adatait — közel két esztendő óta — számítógép dolgozza fel, gyorsabban és pontosabban, mint a múltban valaha. Ugyancsak számítógép ellenőrzi és dolgozza fel a csapadék-mérések adatait, előkészítettük más meteorológiai adatok gépi feldolgozásának programjait is, s természetesen egyre gyakrabban használjuk az elektronikus számítógépeket a kutatómunka területén is.

Az imént vázoltaknak van egy közös vonása, nevezetesen az, hogy a felsorolt esetekben hagyományos mérésekről van szó, s a számítógépet csak az adatok feldolgozásakor vesszük igénybe. E munkafolyamat azonban meggyorsítható, ha komplex formában automatizálunk, ha az adatokat — az emberi beavatkozást kikapcsolva — közvetlenül digitális formában állítjuk elő. Konstruktőrjeink eredményesen oldották meg ezt a feladatot: a pestlőrinci Aerológiai Observatóriumban működő digitális berendezésünk távgépíron írja és egyidejűleg szalagra lyukasztja a mért adatokat, s e lyukszalag közvetlenül betáplálható a számítógépbe.

Referátumunk végén, úgy véljük, joggal állíthatjuk, hogy tudományos és operatív tevékenységünk — hazai és nemzetközi vonatkozásában egyaránt — tovább bővült. Eredményeink és gondjaink tudatában derűlátóan valljuk, hogy az űrkutatás és meteorológiai műholdak, a kibernetika és elektronikus számítógépek korszakában vállalt feladataink eredményes megoldásának fő feltételei megtalálhatók hazánkban, és arra is gondolunk, hogy a még hiányzókat a jövőben majd megteremtjük. Elhatározásunk azonban csakis akkor formálódhat valósággá, ha az új gazdasági mechanizmus kialakításának útját szívósan járjuk, és úgy végezzük munkánkat, hogy az a népgazdaságunk és magunk hasznára váljék.

E gondolatok jegyében nyitom meg a Magyar Meteorológiai Társaság XL. közgyűlését

## Felhőfizikai szimpózium Szófiában

*Cloud Physics Conference in Sofia (Summary).*  
The second international cloud physics conference of the European socialist countries was held in Sofia at the end of 1967. With about 30 participants from Bulgaria, Czechoslovakia, GDR, Hungary and mainly from the Soviet Union, reports were given on the recent results of research concerning the processes of condensation and crystallization in the atmosphere. The following principal topics were dealt with: 1. Water droplets and aerosol particles, 2. Artificial ice forming nuclei, 3. Phases-transitions and 4. Hail suppression.

\*

A Bolgár Tudományos Akadémia Geofizikai Intézete 1967. november 20–24. között felhőfizikai szimpóziumot rendezett Szófiában.

A konferencia alapvető célja a légköri kondenzációs és kristályosodási folyamatokra vonatkozó, elméleti és gyakorlati kutatások legfontosabb eredményeinek ismertetése és elemzése volt. A beszámoló, amelyek a területen működő legnevezetesebb kutatók előadásában hangzottak el, tükrözték jelenlegi felhőfizikai ismereteinket és rámutattak azokra a feladatokra, melyek — főképpen a csapadékkeltés és jégesőmegelőzés praktikus szempontjait véve figyelembe — megoldásra várnak.

Az előadások az alábbi problémák köré csoportosíthatók:

1. Vízcseppek- és aeroszol-részecskék vizsgálata.
2. Szerves és szervetlen anyagok (ún. reagensek) jégképző tulajdonságának kutatása.
3. A csepp- és jégfázis létrejöttére és az új fázis növekedésére vonatkozó kísérleti-elméleti tanulmányok.
4. Időjárás-módosítási kísérletek.

Az 1. témakörben elsőként *Dési Frigyes* ismertette a hazánkban folyó felhőfizikai kutatásokat. Ezek a kondenzációs és az ún. jégképző magvak kémiai összetételének, nagyság szerinti eloszlásának és

eredetének, továbbá a felhő-, és köd-cseppek méreteloszlásának meghatározására irányulnak. Ismeretes, hogy ez utóbbiak koncentrációja lényegesen kisebb, mint az aeroszol részecskéké. Különösképpen igaz ez a megállapítás a jégképző magvak koncentrációjára. Ezért a kutatások célja a felhő- és csapadék-keltekzésben lényeges szerepet játszó részecskék természetének, sajátosságainak megállapítása. Ilyenek például a vízben oldódó részecskék, amelyek méreteloszlására vonatkozó vizsgálatairól *Mészáros Ernő*, az Orsz. Meteorológiai Intézet légkörfizikai osztályának vezetője számolt be. Annak kimutatása, hogy: a) a légköri ammónium-szulfát részecskék tömegének mintegy fele az ún. Aitkenmagvak ( $r < 0,1$  mikron) tartományában található, b) a szulfát- és az ammónium-részecskék többsége az  $r < 0,4$  mikron mérettartományba esik, c) a szulfát-részecskék méreteloszlása a relatív nedvesség függvénye, és d) a klorid-magvak, amelyek szerepét korábban döntőnek vélték a kondenzációs magvak létrehozásában, csak elhanyagolható koncentrációban jelentkeznek, — nagymértékben finomította a valódi, újabban „felhőmagvak”-nak nevezett részecskékre vonatkozó ismereteinket. Az eredményekből következik, hogy megfelelő kémiai összetétel esetén az Aitkenmagvak is aktív felhőmagvakká válhatnak már 0,5%-os túltelítettség esetén, föltéve, hogy nagy magvak nincsenek jelen eligendő számban. A probléma másik oldala: a légkör öntisztulása, amelynek során a részecskék különböző folyamatok segítségével, eltávoznak a levegőből.

A légkör öntisztításában döntő szerepet játszik a csapadék. E kérdésekhez kapcsolódott *Simon Antal*nak, légkörfizikai osztályunk tud. munkatársának előadása (társszerző: *Mészáros E.*), aki egyszerű elméleti modellt mutatott be, amelynek segítségével kiszámítható a légköri aeroszol részecskék ún. kimosó-

dási egyíthetője. A számitás alapján megbecsülhető, hogy a csapadék a felhő alatti térben jelenlevő részecskék hány százalékát képes eltávolítani. A vízben oldódó szulfát- és ammóniumrészecskék kimosódását tárgyalva ki kell emelnünk a felhőben lejátszódó folyamatok alapvető jelentőségét.

A mesterségesen, ún. felhő-, vagy köd-kamrákban létrehozott vízaeroszolok tanulmányozásában valószinűleg minőségileg új eredményeket hoznak azok a korszerű berendezések, amelyek részletes leírását, — és a kezdeti kísérleti eredmények ismertetését —, O. A. *Volkovickij* (Alkalmazott Geofizikai Intézet, Obnyinszk, SzU) végezte el. Az obnyinszki intézet legfontosabb berendezései: 1) a 3200 m<sup>3</sup>-es (!) felhőkamra, pozitív hőmérsékletű ködök tanulmányozására, amely messze a legnagyobb ilyen jellegű berendezés a világon; 2) két, egyenként 200 m<sup>3</sup> térfogatú „termo-baro-kamra”, melyekben a nyomást +20 és -50 C° ill. 50 és 2000 mb között lehet változtatni; 3) 800 × 1500 mm<sup>2</sup> keresztmetszetű, horizontális aerodinamikai cső, végül 4) 2 méter átmérőjű, 30 m magas (!) vertikális aerodinamikai cső (szélesatornák); az áramlási sebesség az előbbiben 2,5—80 m/mp, az utóbbiban pedig 5—50 cm/mp között változtatható. A nagy felhőkamrával végzett előzetes kísérletek során megállapították a köd cseppjeinek nagyság szerinti változását az idő, az ún. falhatás és a lehülés sebességének függvényében, továbbá megbecsülték azt a túltelítettséget, amelynél a cseppek képződnek. Itt említhető meg I. M. *Juszki-szelevjeva* előadása (Geofizikai Intézet, Szófia), amely ismertette a modern technika kínálta lehetőségeket a légköri vízcsseppek fizikai jellemzőinek megállapítására.

A 2. témakör bevezető referátumában V. J. *Nyikandrov* (GGO, Leningrád) foglalta össze a mesterséges jégképző anyagok (jégképző reagensek) tulajdonságainak vizsgálatában eddig elért eredményeket. Felhívta a figyelmet azokra az ellentmondásokra, amelyek az eddigi el-

méletek és a kísérleti eredmények között felmerültek, nevezetesen: a kristályképző anyag rácsszerkezetének a jéghez való hasonlósága nem szükséges feltétele a hatékonyságnak, — mint ahogy egyes szerves anyagok is rendelkezhetnek kitűnő kristályképző tulajdonsággal, annak ellenére, hogy az előbbi hasonlóság nem áll fenn. A jégképző hatékonyság magyarázatát valószinűleg a kérdéses anyag felületi tulajdonságaitól függő orientációs dipól-effektusban kell keresnünk, amelynek számszerű értéke a vízmolekulák csoportosulását befolyásolja.

N. O. *Plaude* (társszerzők: I. I. *Gajvoronszkij* és A. D. *Szolorjev* (mindhármán CAO, Moszkva), továbbá N. V. *Gliki* (Akadémiai Kristálytani Intézet, Moszkva) önálló előadásokban mutattak rá azokra a feladatokra, amelyek az elméleti eredmények és az összegyűjtött kísérleti anyag birtokában e vonalon a kutatók előtt állanak. A legfontosabb cél: hatékonyabb reagensek és aeroszol-előállítási módszerek kidolgozása. Az optimális tulajdonságokkal rendelkező aeroszol *monodiszperz* (azonos méretű részecskékből áll), amelynél a relatív felületnövekedésből származó hatékonyságnövekedés az előállítási költségek csökkenésével jár együtt.

T. N. *Gromova* (társszerző V. T. *Len-sin*, mindkettő: GGO, Leningrád) a nagy gomolyfelhők szerkezetének átalakítását célzó kísérletekről számolt be. Az évek óta folytatott kísérletsorozat fő célja: a különböző reagensek jégképző aktivitásának vizsgálata mesterséges és természetes körülmények között, — ezen belül: hogyan függ a hatás az anyag minőségétől, oldekonyaságától, továbbá a felhő fejlődési állapotától és a felhőben uralkodó nedvességi viszonyoktól. Sikerült egyenes összefüggést megállapítaniok a jégmaghozam (1 gramm reagensre jutó, adott hőmérsékleten aktívva váló mesterséges jégmagvak száma) és a relatív nedvesség között.

A 3. témakör előadásai jelentették a konferencia munkájának zömét. L. *Krasztanov* (társszerző: G. *Milosev* és L.

Levkov), továbbá G. Milosev (társzerző L. Krasztanov, mindhárman: Geofizikai Intézet, Szófia) ismertették elméleti vizsgálataikat, amelyek kiemelkedő jelentőségűek a jégkristályok képződésének és növekedésének kutatásában. Az első dolgozatban meghatározták a jégkristály különböző felületeinek növekedéséhez szükséges energiákat. Legfontosabb eredményük, hogy a csíráképződési energia az ún. prizmafelületeken kisebb, mint az alaplapon, ami a jólismert hatszögű kristályformák kialakulásának kedvez. Második munkájukban a kristálycsírák ún. heterogén képződését tárgyalták, teljesen nedvesíthető jégképző magvak jelenléte esetén. Arra a minőségileg új eredményre jutottak, hogy azonos méretű mesterséges magvak könnyebben idézik elő kisebb, mint nagyobb vízeseppek kifagyását. Mind a természetes folyamatok során, mind pedig a felhőmódosítási kísérletekben tehát fontos szerepet játszhatnak a fázisátmenetben eddig elhanyagolható jelentőségűnek vélt kis cseppek is. A mesterséges jégképző magvak hatékonyságának növelésére, új reagensek kiválasztásának elvi szempontjaira nyújtanak lehetőséget azok az elméleti vizsgálatok is, amelyekről D. Lakoma (Légkörfizikai Intézet, Prága) számolt be. E kutatások a kristályfelületen növekvő „*elemi lépcsők*” számított áthelyeződési sebességének ismeretében lehetőséget adnak nagyobb méretű lépcsők növekedési sebességének megbecslésére a hőmérséklet függvényében.

A víz légköri fázisátmeneteinek különböző aspektusairól L. G. Kacsurin (Hidrometeorológiai Intézet, Leningrád) nyújtott átfogó képet. Közülük felsorolás-szerűen megemlíthetjük a következőket: a jég szemek struktúrájának kapcsolatát a felhő termodinamikailag különböző zónáival, valamint a rádiólokációs (radar) visszhang-jel amplitúdójával különböző hullámhosszak alkalmazása esetén (ez különösen jelentős a jégeső elleni védekezés technikai lebonyolítása folyamán); a zivatarfelhők elektromos mezejének függését a túlhűlt cseppek kristályosodá-

si folyamatától; fázismenteket gázok hatására; meteotronnal előidézett konvekció paramétereinek kapcsolatát a légköri jellemzőkkel, ill. magának a meteotronnak a jellemzőivel stb. E kérdések egyikével foglalkozott V. Petera (Légkörfizikai Intézet, Prága), aki részletesen ismertette azt a kísérleti berendezést, melynek segítségével a víz fagyása során bekövetkező töltéselkülönülés mérhető. Magára a fagyási folyamatra, ill. a túlhűlt cseppek fagyásának a lehűtés sebességétől való függésére vonatkoztak azok a vizsgálatok, melyekről L. Levkov (társzerző: N. Genadiev), majd N. Genadiev (mindkettő : Geofizikai Intézet, Szófia) számoltak be. Hasonló vizsgálatokat ismertetett Wirth Endre, légkörfizikai osztályunk tud. munkatársa, amelynek fő célja az alábbi kérdések megállapítása volt: 1) Hogyan függ a fagyási hőmérséklet a túlhűlt cseppek lehűtési sebességétől; 2) milyen a viszony a közönséges (desztillált) és a nehézvíz cseppeinek közepes fagyási hőmérséklete között; 3) mi a pontos értéke a  $D_2O$  és  $H_2O$  szilárd és cseppfolyós fázisa közötti határfelületi szabad energiának. Az első pont felhőfizikai vonatkozásai nyilvánvalók, míg az utóbbi két kérdés a víz szerkezetének kutatásával kapcsolatos.

Ny. Sz. Siskin (GGO, Leningrád) összefoglalta azokat az ismereteket, amelyek a hó, hódara, ill. jégeső képződésére vezető folyamatokra vonatkoznak. Elméleti modelljében e formák önkényesen, de logikusan megválasztott egyensúlyi kritériumok átlépése esetén alakulnak át egymásba. A hókristály-dara átmenet kritériuma: a kristály szublimációs és koagulációs tömegnövekedésének egyenlősége, a dara-jégeső átmeneté: a két típus hőegyensúlya. A számítások alapján készített grafikonok lehetővé teszik, hogy kijelöljük e formák zónáit a természetes felhőkben, feltéve, hogy a hőmérséklet, víztartalom és a felhőcseppek karakterisztikus méretének magassággal való változása ismeretes. Sajnos, a két utóbbi paraméterre konkrét esetekben legtöbbször csupán becsléseket tehe-

tünk, mérések csak a legtrikább esetben állnak rendelkezésünkre.

A cseppkoaguláció (cseppgyesülés) modellezési lehetőségeivel foglalkozott V. *Horquani* (Magashegyi Geofizikai Intézet, Nalcsik, SzU). Újszerű berendezésével végzett kísérleteinek legfontosabb eredménye az, hogy hasonló méretű cseppek esési sebessége növekszik, ha több részecske van jelen. A vizsgálatok a természetes folyamatok modellezésén keresztül azok megértését és pontosabb leírását segítik elő. Nagyjelentőségű elméleti kutatásokat vázolt L. M. *Levin* (társ szerző: Ju. Sz. *Szedunov*, Alkalmazott Geofizikai Intézet, Obnyinszk, SzU). Szellemes modelljében elkerülte azokat a nehézségeket, melyek a korábban alkalmazott számításokból erednek akkor, ha adott kezdőfeltételek mellett próbáljuk meghatározni a felhőt kialakító és időben változó cseppspektrumot. A módszer lényege az, hogy a számítások során a sztohasztikus kondenzáció modelljében a túltelítettség változását a feláramlási sebesség ingadozásaival kell összekapcsolni. Így a kondenzációval kialakuló spektrum időbeli kiszélesedésére magyarázatot kaphatunk.

A jég, ill. cseppfázis megjelenését és növekedési folyamatait önmagában tárgyaló dolgozatok után különös érdeklődésre tartott számot J. *Podzimek* (Légkörfizikai Intézet, Prága) munkája a kristályok és a környezetükben levő cseppek kölcsönhatásáról. Kísérletei alapján egyszerűsített modell építhető fel, amely e kölcsönhatást a valóságnak közel megfelelően írja le. A kristályok mozgásának jellege ui. erősen befolyásolja a felhőcseppek „elfogásának” mechanizmusát, így a kristály növekedését. A kristályok felfogási hatékonyságának meghatározásával lehetővé válik növekedésüknek, tehát a vegyeshalmazállapotú felhőkben kialakuló csapadékelemek növekedésének mennyiségi leírása.

A 4. témakörben, amely tulajdonképpen a felhőfizikai kutatások egyik *gyakorlati végcélját* jelenti, ezúttal csupán egyetlen beszámoló hangzott el. I. I. *Gajvoronszkij* (CAO, Moszkva) ismertette a Moldáviában négy éve elkezdett jégeső-megelőzési kísérletek „rakétás” módszerét, amelyek során, a kaukázusi kísérletekhez hasonlóan, szintén meteorológiai radart alkalmaznak a felhő fejlődésének és a jégeső növekedési zónáinak indikációjára. A 100.000 hektáros védett területen a jégeső által sújtott terület mérete — három év statisztikája szerint — a beavatkozások előtti szint egytizedére csökkent. Az eredmények analizését a biztosítótársaság, valamint a saját jégeső-mérő hálózat adataira támaszkodva végezték a védett és a kontroll területeken.

A konferencia kiemelkedő eseménye volt R. *Kaisev* akadémikus (Fizikai-kémiai Intézet, Szófia) rövid előadása a fémkristályok felületén növekvő lépcsők és hibahelyes diszlokációk kísérleti tanulmányozásáról. Előadását magasszínvonalú ismeretterjesztő film bemutatása követte.

*Dési* Frigyes zárszavában méltatta a szimpózium tudományos és tudománypolitikai jelentőségét. Kiemelte a téma-választás időszerűségét, ami a felhő- és csapadékfizika meteorológián belüli, egyre növekvő súlyával kapcsolatos. Hangoztatta, hogy az ülésszak jelentős előrehaladást képviselt a téma legfontosabb vonatkozásainak megismerésében és a kutatási irányok kijelölésében, továbbá lényeges mozzanata volt a népi demokratikus országok és a Szovjetunió közötti, koordinált kutatómunkának, ahol az együttműködésre vonatkozó megállapodások további sikereket ígérnek. Végül köszönetét fejezte ki a Bolgár Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének, elsősorban L. *Krasztanov* akadémikusnak, a konferencia kitűnő szervezésében kifejtett tevékenységéért.

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET: Magyarország Éghajlati Atlasza, II. kötet: Adattár (Klima-Atlas von Ungarn, Band II. Tabellen). Szerkesztette: Dr. Kakas József. 264 (A/4) oldal, 1 (A/3) térkép. Akadémiai Kiadó, Budapest, egészségvásznon kötésben. Ára: 85.—Ft.

1960-ban jelent meg hazánk éghajlati atlasza, amely 130 térképleapon igyekezett hű képet adni valamennyi főbb éghajlati elem térbeli eloszlásáról. Ezt a célját az Atlasz teljes mértékben el is érte és az egyes térképeken található izometrikus görbék segítségével bármely területen a bemutatott éghajlati elem értékét meg lehet állapítani. Mégis, a tervezőt elsősorban kész számértékek érdeklik és az Atlasz most kiadásra került II. része éppen az ennek az érdeklődésnek a ki-elégítését jelentő feladatot igyekszik megkönnyíteni. Ebben a vonatkozásban a II. kötet többet tartalmazhat, bővebb lehet, mint az első, mert ott, a térképek sorában az egyes elemeknek — helyhiány miatt — nem lehetett pl. mind a 12 hónapban mutatkozó eloszlását közölni, vagy pl. nem juthatott hely az egyes elemek *gyakorisági* értékeinek bemutatására sem.

E második kötet számanyaga — a 24 oldalnyi magyar és német nyelvű bevezetőn kívül — 238 oldalra terjed és 3 részre tagolva 68, ugyanecek két nyelvű táblázatot tartalmaz. Az első rész 15 táblázata a 786 csapadékmérő állomáson gyűjtött csapadék- és hóadatokat közli, mégpedig a csapadékra vonatkozólag 1901—1950 közötti törzserőtekeket, a hórétégnél 1929—1944 közötti átlagértékeket. Az Atlaszhoz képest többletként megtaláljuk itt a havi, évszakos és évi csapadék maximális és minimális értékeit, valamint a 24 óras maximális csapadékmennyiségeket is természetesen már csak kevesebb számú, válogatott állomásról. Többet még a legalább 5, ill. 20 mm-es csapadéku napok számának táblázata is. Nagyon értékes a 8. táblázat, amely a naponkénti csapadékmennyiségek gyakoriságát mutatja be 7 állomásról.

A második rész az ún. éghajlatkutató állomások megfigyeléseiből összeállított 49 táblázatából 28 a hőmérséklettel foglalkozik, 9 táblázat pedig a felhőzeti, napsugárzási adatokat tartalmazza, a napi közepes felhőzet gyakorisági értékeivel, mint többlettel együtt. 4 táblázatot a nedvesség-adatok foglalnak el, 3-at pedig az evapotranspiráció, ill. a vízhiány és a vízfölösleg bemutatása. A légnyomás havi középértékei 1. a széladatok pedig 4 táblázatban kerültek közlésre. Ez utóbbiak között nagyfontosságúak a szélesség óraátlagait bemutató táblázatok, valamint a szélirányok, ill. a különféle sebességű szélirányok *gyakoriságát* feltűntető oldalak. Ezek 10 állomás 1958—1962 közötti 5 év anyagának feldolgozásából származnak.

Az Adattár harmadik része *Függelék*ként 9 állomás hosszú észlelési sorozatait közli a havi középhőmérsékletekre, a csapadék havi összegeire, ill. a budapesti napfénytartam havi összegeire és a sugárzás ugyancsak havi összegeire vonatkozóan. A hosszú sorozatok nagyrésze az 1871—1960 közötti 90 évet öleli fel, de Budapestről 180, Debrecenből pedig 108 évre terjed a sorozat. A napfénytartam adatok az 1907—1960, a sugárzás-mérések eredményei pedig az 1936—1960 közötti 25 évből származnak. A hosszú sorozatok közlésével az Adattár eleget kíván tenni a Meteorológiai Világszervezet ajánlásának is, amelyek az éghajlat-ingadozások kutatásához elengedhetetlen hosszú adatsorok közlését szorgalmazza.

Nem tartalmazza az Éghajlati Atlasz II. kötete a növényfenológiai térképek számanyagát. Ezek a térképek az Atlasz első részében csak tájékoztató jellegűek voltak, nem pedig teljesen homogen észlelések végeredményei. A növényfenológiai adatok rendszerezése a legutóbbi 15 év megfigyelési alapján a jövő feladata lesz. Új vizont az Adattárban az I. részhez képest a *talajhőmérsékleti* adatok közzététele 14 állomásról; 5, 10, 20, 50, 100 és 200 cm mélységekről. A táblázatok feltűntetik az állomások talajának minőségét és állapotát is, amivel megkönnyítik hasonló fekvésű, minőségű területek talajhőmérsékletének megbecslését is. A talajhőmérsékleti adatok 10 éves átlagértékek.

Ugyanecek teljesen újat ad a 37—39. táblázat, amidőn a napi átlagos hőmérsékleteket és gyakoriságukat tárja elénk, több állomásról, az 1901—50 közötti időszakból.

Már ebből a rövid ismertetésből is kitűnik, hogy az Éghajlati Atlasz Adattára sok-sok állomás számára szinte éghajlati monográfiaként használható és összességében Magyarország szinte tökéletes monográfikus leírását adja. A táblázatokban szereplő megfigyelőhelyek földrajzi helyzetéről, észleléseiknek programjáról a tájékozódást a kötet első és második részét bevezető állomás- és tárgymutató, valamint a kötethez mellékelt állomáshálózati térkép könnyíti meg. Ezért a teljességért a Kiadókat illeti köszönet, a kötet könnyen áttekinthető, kitűnő beosztási szerkesztésével egyetemben. Ha a jövőben e téren még közlendő marad hátra, az a fenológiai adatokon kívül talán csak az egyes elemek *átlagos óraértékeinek* bővebb közlésére vonatkozhat.

A Magyarországi Éghajlati Atlaszának II. kötete külső kiállításában is méltán csatlakozik az első kötetbe foglalt térképgyűjteményhez, s méltó foglalata a félvévszázadot meghaladó, adatgyűjtő és adatfeldolgozó munka eredményeként előállított éghajlati jellemzőszámoknak. A II. kötetnek ez a kiadói eleganciája az Akadémia Kiadó igényességét s az Akadémia Nyomda gondosságát dicséri.

Berkes Zoltán

IRÁNYI JENŐ—IRÁNYI JENŐNE—SOMOGYI ENDRE: Az elektromos baleset és villámesapás klinikuma és pathológiája. Budapest, 1967. Akadémiai Kiadó, 403 (B/5) old., 87 ábra, 14 táblázat.

Ha a mű tartalmát csak a címe alapján ítélnők meg, akkor az a benyomásunk keletkezhetne, hogy tisztán orvosi jellegű művel állunk szemben, amely csak annyiban áll kapcsolatban meteorológiai kérdésekkel, hogy a vizsgált balesetek jelentékeny részét a villámesapás hozza létre.

A valóságban azonban a munka igen szélesre kiépített meteorológiai alapon nyugszik. Behatóan — és igen szabatosan — ismerteti a villámok lefolyását, a villámesapások statisztikáját, a villámveszély helyi alakulását, a villámesapás elleni védekezés kérdéseit, valamint a villámesapások nyomán felvetődő igazságügyi meteorológiai kérdéseket (a villámesapások szakértői vizsgálatát) is.

Nyilvánvaló az elmondottakból, hogy a munka nagy része az orvosmeteorológia tárgykörébe tartozik és a meteorológus olvasó részéről is élénk érdeklődésre tarthat számot.

A könyv két fő részből tevődik össze: az első olyan elektromos balesetekkel foglalkozik, amelyek mesterséges áramforrásból származnak, mint pl. villamos vezetékek vagy gépek érintéséből (szűkebb értelemben vett „elektromos balesetek”); a második fő részből a természetes úton keletkező elektromos balesetről, a villámesapásról van szó. Ismertetésünkben csak a munkának erről a második részére szorítkozunk.

A szerzők kellő mértékben kidomborítják azt a fontos különbséget, hogy a szűkebb értelemben vett elektromos balesetek (áramütések) mindenkor valamilyen mulasztásnak a következményei (előírások be nem tartása, hibás készülékek); ezzel szemben a villámesapás megelőzhetetlen és sok esetben elkerülhetetlen, annak ellenére, hogy a kockázat okszerű magatartás esetén csökkenthető.

A munkának ezt a meteorológiai vonatkozású részét jellemzi a szerzők nagy tájékozottsága mind az érintett meteorológiai és fizikai kérdésekben, mind ezek szakirodalmában. Minden mondatukban szabatoságra törekedtek és ezt el is érték.

A meteorológus részéről különleges érdeklődésre tarthatnak számot a munka következő részei. A *villámveszélyes helyek* című fejezet jó összefoglalást adja a villámklíma alakulására vonatkozó ismereteinknek, ezenkívül kitér a Magyarországon egész területén előforduló összes villámesapások számának éghajlati alapon való megbecsülésére is (236. old).

A *tárgyak károsodása és védelme* című fejezet röviden bár, de igen jól foglalja össze a villám által okozott változatos károkról vonatkozó ismereteinket. A *villámhárítók* kérdését a szerzők ebben a fejezetben csak igen röviden ismertetik (de a könyv későbbi részében, a 261. oldalon igen helyesen kitérnek az építkezéseknél alkalmazott ún. *ideiglenes villámhárítókra*).

A *villám-balesetek statisztikája* c. fejezet sok értékes adatot tartalmaz, többek közt egy kazuisztikát azokról a villámesapásokról, amelyek egyidejűleg igen sok ember halálát okozták. A régi magyar meteorológiai irodalomból a szerzők idézik Szalay László villámstatisztikai dolgozatát (a 257. oldalon tévesen Szalay M. szerepel). A munkának ez a fejezete is hangsúlyozza, hogy zivatar idején a megfelelő tartózkodási hely megválasztása útján a személyes kockázat lényegesen csökkenthető. Erre vonatkozik a szerzőknek a könyv más helyén tett azon megjegyzése is, hogy a szoba ablakai közelében való tartózkodás magát a villámesapási veszélyt ugyan nem növeli, de az ablak közvetlen közelében tartózkodni még sem tanácsos, mert ha az ablakot villámesapás érné, akkor az üvegszilánkok súlyos szemsérülést vagy egyéb sérüléseket okozhatnak.

A munka egyik érdeme a rendkívül értékes képanyag is. Ennek érvényesülését biztosítja, hogy az Akadémiai Kiadó az egész könyvet megérdemelt módon, műnyomópapíron jelentette meg. A számos érdekes témájú kép közül ki kell emelnünk 156 magyarországi villám-baleset havonkénti megoszlását bemutató 68. ábrát.

A munka rendkívül gazdag szakirodalmi anyag alapos feldolgozásán nyugszik. A szakirodalmi jegyzék nem kevesebb mint 1471 forrásmunkára hivatkozik, amelyek közt orvosi, meteorológiai és fizikai közlemények egyaránt szerepelnek.

A munkát orvosi oldalról Farkas Károly egyetemi tanár, az ORFI igazgatója, fizikai oldalról Horváth Tibor műszaki egyetemi docens, a nagyfeszültségű villamos jelenségek és villámok ismert szakértője lektorálta.

A könyv értékes nyeresége a magyar orvosmeteorológiai irodalomnak és véleményünk szerint idegen nyelvre fordítva az ország határain túl is élénk érdeklődést kelthetne föl.

Aujeszký László

## A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG XL. KÖZGYŰLÉSE

A Magyar Meteorológiai Társaság megalakulásának 43. évfordulóján, 1968. január 25-én tartotta meg XL. rendes évi közgyűlését a Technika Házában.

*Dési Frigyes* a gazdaságos meteorológiai kutatásokról szóló, lapunk más helyén teljes terjedelemben közölt elnöki megnyitója után *Szakály József* főtitkár számolt be a Társaság 1967. évi működéséről. Jelentésében hangsúlyozta, hogy az elmúlt év során a fő cél a rokon területek tudományos egyesületeivel és bizottságaival való szoros együttműködés volt. Ennek megvalósítása érdekében a Társaság nagyobb rendezvényeit a MTA X. osztálya Meteorológiai Tudományos Bizottságával, a MTESZ-társaságokkal és az Állami Biztosító Főigazgatóságával közösen rendezte meg. Közöttük első helyen a Sárospatakon tartott 13. vándorgyűlésről számolt be, amelynek központi témája a *zivatar okozta károk* volt, s amely téma nemzetközi állásának áttekintését is lehetővé tették a külföldi résztvevők, *R. Genève* (Franciaország), *V. J. Nyikandrov* (Szovjetunió) és *H. K. Weickmann* (USA) előadásai. A vándorgyűlés sikere az időszerű témaválasztás mellett a lelkiismeretes előkészítő és szervező munkának tudható be, amelyben *Bálint György*, *Mészáros Ernő* és *Wirth Endre* társasági tagok jeleskedtek. A vándorgyűlés előadásait tartalmazó kötet *Ambrózy Pál* szerkesztői ténykedése nyomán már nyomdában van. Ugyancsak a Társaság kiemelkedő sikereként értékelte a főtitkári jelentés a MTA X. osztálya Meteorológiai Tudományos Bizottságával közösen rendezett *ipari meteorológiai, valamint az állattenyésztés és állattartás meteorológiai kérdéseit* tárgyaló két egésznapos ankétot is, majd a meteorológiai világnap alkalmával elhangzott kitűnő szakelőadást (*Péczely György*) méltatta, végül a társasági előadóülésekről adott áttekintést. Itt azonban meg kellett állapítania a főtitkári jelentésnek azt is, hogy az *orvos-meteorológiai és a repülésmeteorológiai szakosztály*, valamint a pár éve alakított turbulenciakör nem él a Társaság adta lehetőségekkel és 1966 közepe óta nem rendez előadói üléseket. A Társaság szegedi csoportja önálló munkatervvel elismerésre méltó, eredményes munkát végez, előadó-üléseiről azonban a titkárság csak késve, vagy egyáltalán nem értesül, így a Társasággal meglehetősen laza a kapcsolata.

A továbbiakban a taglétszám alakulásáról számolt be a főtitkár. Kegyelettel emlékezett meg a Társaság elmúlt évben elhunyt tagjairól: *Gazdag László*ról és *Schubauer Ferenc*ről, valamint *Vladár Endre* választmányi tagról.

A Társaság jelenlegi taglétszáma ugyan 450, az aktív tagok száma azonban mindössze 350. Javasolta, hogy a társasági alapszabály 9. §-a 3. pontja értelmében a többszöri felszólítás ellenére sem fizetőket töröljék a tagok sorából. Ismertette végül a főtitkári jelentés a rendezvények látogatottságát és a különböző szervezési problémákat, s a Társaság kiadványait is, majd külön beszámolt a közgyűlésnek az elnökség és a választmány 1967-ben végzett munkájáról. A hazai és külföldi tudományos társaságokkal és intézményekkel fennálló kapcsolatokról szólva, e kapcsolatok örvendetes, állandó fejlődéséről adhatott számot.

A Társaság 1967. évi munkájáról, tevékenységéről teljes képet adó beszámoló után az 1968. évi munkatervet ismertette. Bejelentette, hogy a nemzetközi kapcsolatok révén a Társaság négy külföldi rendezvényen képviselteti magát egy-egy küldöttel.

A figyelemmel kísért főtitkári jelentés után *Gaál Elek* olvasta fel a gazdasági bizottság jelentését a múlt évi költségvetés végrehajtásáról.

Ezután *Kakas József* terjesztette elő a *Steiner Lajos*-emlékérmet, ill. *Steiner Lajos*-emlékérmet odaítélő bizottság jelentését. A közgyűlés — a választmány előterjesztésének megfelelően — a *Steiner Lajos* emlékéremmel a meteorológia egyik fontos határterületén, a levegő- és településegészségtani kutatások terén kifejtett érdemes munkásságáért a Társaság választmányi tagját: *Mórik József* kandidatust, az Országos Közegészségügyi Intézet levegőegészségügyi osztályának vezetőjét tüntette ki. Az éghajlatkutató állomáson, valamint főhivatású meteorológiai megfigyelőként 15 évet meghaladó, a csapadékmérő állomáson pedig 25 évet meghaladó időn át kifejtett észlelői tevékenységért összesen 25 *Steiner Lajos*-emlékérmet osztottak ki.

*Dési Frigyes* elnök bejelentette, hogy az elnökség az 1967-ben végzett kiemelkedő társadalmi munkájuk elismeréseként jutalomban részesítette *Simon Antalt* a titkári, *Ambrózy Pált* a szerkesztői teendők terén, *Mészáros Ernőt* és *Wirth Endrét* a vándorgyűlés előkészítése és lebonyolítása során kifejtett eredményes munkásságuk elismeréseként. *Gajzágó László*

elnök, *Wirth* Endre és *Varga* H. Zoltán szemé-  
lyében szavazatszedő bizottságot küldött ki,  
*Hille* Alfréd előterjesztette a jelölő bizottság-  
nak az új tisztikarra vonatkozó javaslatát.  
Mint hogy a közgyűlés ezt változtatás nélkül  
elfogadta, az elnök a szavazás tartamára a köz-  
gyűlést felfüggesztette.

A szavazás megtörténtével *Antal* Emánuel  
terjesztette elő a szakirodalmi pályázat elbírá-  
lására kijelölt bizottság jelentését. A közgyű-  
lés a bizottság javaslatát elfogadva megosztott  
I. díjjal (1250 Ft) jutalmazta *Hajdu* Miklós  
(Debrecen—Pallag) „A meteorológiai elemek  
szerepe a burgonya transpirációjának folyamata-  
tában”, valamint ugyancsak *Hajdu* Miklós „A  
burgonya öntözési rendjének meghatározása a  
telítési hiány alapján” c. pályamunkákat. A II.  
díjat (1000 Ft) *Papp* László (Kecskemét) „A  
Mátra csapadékviszonyai, különös tekintettel  
az erdőgazdálkodásra” c. dolgozatának ítélte.  
„A mikroklíma, szubmikroklíma mérésére al-  
kalmas berendezés” c. pályamunkát a közgyű-  
lés tartalmilag a pályázat követelményeit ki  
nem elégítőnek minősítette, ezért pályadíjban  
nem részesítette.

A fényképpályázatra 14 pályázó 60 képet  
küldött be. A bíráló bizottság jelentését *Valent*  
Erzsébet ismertette. A Közgyűlés a jelentést  
egyhangúan elfogadta; 800,— Ft-os I. díjjal  
*Barta* Bertalan „Gömbvillám” és „Ónososó” c.  
sorozatát, 500,— Ft-os II. díjjal *Végh* Elek  
„Szélvihar Budapest fölött” c. három képét  
jutalmazta. A 200,— Ft-os III. díj kiadását  
mellőzve, s ezen összeget a négy 50,— Ft-os IV.  
díjhoz esatolva négy pályázót, *Doma* István  
„Zúzmará”, „Terhelt ágak”, *Szentkuthy* Ist-  
vannét „Jégcsapok”, „Téli tavasz” és „Hó-  
fűvás”, *Bogdán* Románt „Zápor”, „Hajnali  
szél a Balatonon” és *Hajdinyák* Gyulát „Zúz-  
marás faágak”, valamint „Hó és zúzmará” c.  
képéért 100—100,— Ft-os IV. díjban részesít-  
tette.

Ezután került sor a főtítkári jelentés fölötti  
vitára. Ennek során a közgyűlés ünneplésétől  
kísérten *Réthly* Antal, mint a Társaság 43 évvel  
ezelőtti alapításának szorgalmazója, a Társaság  
működésére visszatekintve kiemelte, úgy érzi,  
nem volt hiábavaló létrehozni ezt a Társaságot,  
melynek további fejlődéséhez és működéséhez  
jó egészséget kívánt.

A főtítkári jelentés fölötti vita befejeztével,  
s miután a közgyűlés a főtítkár jelentését el-  
ismeréssel jóváhagyta, *Gajzágó* László terjesz-  
tette elő a szavazatszedő bizottság jelentését:  
A jelöltek listáját a közgyűlés szavazásra jo-  
gosult tagjai 53 szavazattal 1 ellenében fogad-  
ták el. A választás eredményeként a Társaság  
új tisztikara a következő: Elnök: *Dési* Frigyes,  
társelnök: *Béll* Béla. A tudományos tanács  
tagjai: *Aujeszky* László, *Bacsó* Nándor, *Beré-  
nyi* Dénes, *Páter* János, *Wagner* Richárd, *Fek-  
ete* Zoltán és *Hille* Alfréd. Főtítkár: *Szakály*  
*József*, titkárok: *Koppány* György és *Simon*  
*Antal*, szerkesztő: *Ambrózy* Pál, jegyző: *Lépp*

*Ildikó*. A gazdasági bizottság elnöke *Tóth* Jó-  
zsef, tagjai: *Gaal* Elek, *Gajzágó* László, a fe-  
gyelmi bizottság elnöke: *Zách* Alfréd, tagjai:  
*Kallós* Imréné, *Simon* József, póttagok: *Klesz-  
ky* István, *Mezősi* Miklósné.

A választmány tagjai: *Berkes* Zoltán, *Bodo-  
lai* István, *Bucsy* József, *Csaplak* Andor, *Czel-  
nai* Rudolf, *Egerszegi* Sándor, *Flórián* Endre,  
*Hajósy* Ferenc, *Héder* István, *Kakas* József,  
*Kérdő* István, *Kéri* Menyhért, *Kőrösi* György,  
*Láng* Sándor, *Mészáros* Ernő, *Ozorai* Zoltán,  
*Péczely* György, *Predmerszky* Tibor, *Rákóczi*  
*Ferenc*, *Salamin* Pál, *Szepesi* Dezső, *Takács*  
*Lajos*, *Titkos* Ervin, *Veress* László, *Vidékiek*:  
*Bajai* Jenő, *Justyák* János, *Papp* László, *Simor*  
*Ferenc*, *Szabó* Gyula, *Szilágyi* Tibor. Póttagok:  
*Antal* Emánuel, *Csomor* Mihály, *Mezősi* Mik-  
lós, *Tánczer* Tibor, *Varga* H. Zoltán, *Wirth*  
*Endre*.

A megválasztott új tisztikar nevében *Dési*  
*Frigyes* elnök köszönte meg a közgyűlés ismét-  
elt bizalmát. Ígéretet tett arra, hogy az elnök  
és vezetőség a következő években is mind-  
ent elkövet, hogy a Magyar Meteorológiai  
Társaság munkája fejlődjék és virágozzék, majd  
megköszönve a régi tisztikar munkáját s a  
megjelentek részvételét a Társaság munkájá-  
ban, a közgyűlést berendezte.

(*P. Szalay* G.)

\*

## ÚJABB MAGYAR WMO-ÖSZTÖNDÍJASOK

1961 januárja óta már 12 fiatal magyar  
szakember jutott el a Meteorológiai Világszerve-  
zet ösztöndíjával a Szovjetunió, az Egyesült  
Államok, Japán, Kanada, Anglia, Svédország,  
Norvégia és Hollandia meteorológiai szolgálata-  
iba. Az ENSZ fejlesztési programjának kerete-  
iben a Meteorológiai Világszervezet az 1967—  
68. évre a Magyar Népköztársaság Meteoroló-  
giai Szolgálatára részére újabb három, egyéves  
ösztöndíjas helyet biztosított.

*Orendi* Katalin, az adatfeldolgozó osztály  
munkatársa, a múlt év novemberében utazott  
Angliába. Tanulmányait 9 hónap múlva Norvé-  
giában folytatja. Témája a meteorológiai statisztika,  
ezen belül részletesen tanulmányozza a  
klimatológiai adatfeldolgozásban alkalmazott  
újabb módszereket, azonkívül a klimatológiai és  
csapadékadatok számítógépes ellenőrzését.

*Dr. Endrődi* Gabriella, a hidrometeorológiai  
osztály tudományos munkatársa, 1968 január-  
jától Angliában 9, Hollandiában pedig 3 hóna-  
pot tölt, a mezőgazdasági növények öntözési  
szükségletének meghatározásával kapcsolatos  
hő- és a vízmérleg különböző mérési és számítá-  
si módszereinek tanulmányozásával.

*Dr. Ambrózy* Pál, az időjárás osztály tudomá-  
nyos munkatársa, 1968 januárjától 6—6 hó-  
napot tölt az Egyesült Államokban és a Szov-  
jetunióban. Washingtonban és Moszkvában a

világcetrumok munkáját és az ott kidolgozott, ill. alkalmazott legújabb előrejelzési módszereket tanulmányozza. Egyesült Államokbeli programjában szerepel még a Hurrikán Kutató Központ (Miami, Florida) és az Országos légkörkutató Központ (Boulder, Colorado) munkájának a tanulmányozása.

Itt említjük meg, hogy a Kulturális Kapcsolatok Intézetén keresztül a magyar—angol kulturális csereprogram keretében Kiss Istvánné dr. Tóth Erzsébet ez év első felében 5 hónapot tölt Angliában, ahol a cambridgei egyetem egyik kutatócsoportjában a talajközeli légréteg turbulencia viszonyaira vonatkozó mikroklimatológiai vizsgálatokat folytat.

(A. Mohácsi M.)

\*

## ÜLÉST TARTOTT

### AZ MTA METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁGA

1968. január 9-én, amelyen az 1969. évi könyvkiadási tervvel kapcsolatban két határozat is született. A bizottság előterjeszti az Országos Meteorológiai Intézet 100 éves fennállása alkalmából megirandó jubileumi mű kiadását és támogatja Réthly Antal tanulmányának megjelenését, amelyben a régmúlt idők időjárásai eseményeinek kiváló szakértője az 1700—1800 közötti magyar megfigyeléseket gyűjtötte egybe.

Megvitatta a bizottság és mind a hazai, mind a nemzetközi kívánalmakat kielégítő, eredményes munkaként értékelte azokat az alap- és alkalmazott kutatásokat, amelyek az elmúlt év során két kutatási intézményünkönél, az Országos Meteorológiai Intézetben és az ELTE Meteorológiai Tanszékén folytak. A bizottság javaslatára az ideai kutatási terv több vonatkozásban bővül, hazánkban is megindul néhány, a világűr kutatásának témájába tartozó vizsgálat, s nagyobb támogatást nyernek az egészségügy, az erdészet, az állattenyésztés, valamint a kertészet meteorológiai kérdéseivel foglalkozó tanulmányok.

Végül az ülés meghallgatta és a javaslatok alapján jóvá hagyta azokat a jelentéseket, amelyek az agro-, hidro- és orvosmeteorológia területén folyó, mindinkább szerteágazó kutatások szorosabb összhangját, a fokozottabb együttműködés megvalósítását szorgalmazták.

(Götz G.)

\*

### NYOMJELZŐ AEROSZOL-RÉSZECSKÉK A TROPOZSFÉRÁBAN ÉS A SZTRATOSZFÉRÁBAN

A Magyar Meteorológiai Társaság január 18-i ülésén a Technika Házában dr. Mészáros Ernő tartott előadást az aeroszol-részecskék eloszlásáról a troposzférában és a sztratoszférában. Vázolta a légköri aeroszol-részecskék kutatásá-

nak jelentőségét, valamint a légkör alsó, 30 km-es rétegében ezeknek a részecskéknek a függélyes eloszlását. Különböző szerzők kutatásai alapján ismertette a troposzférikus és sztratoszférikus aeroszol-részecskék kémiai összetételét és mesterséges eredetű radioaktív tulajdonságát. Az előadás legérdekesebb része a troposzféra és a sztratosféra közötti légersere nyomjelző aeroszol-részecskékkel történő tanulmányozásának ismertetése volt. A magyar kutatók ilyen irányú eredményeit az előadó szerkesztés beillesztette a külföldi kutatókról alkotott összefoglaló képbe.

(Simon A.)

\*

## ELŐKÉSZÜLETBEN

### EURÓPA KLÍMA-ATLASZA

Ismételten beszámoltunk már a Meteorológiai Világszervezetnek arról a törekvéséről, amely az 1931—1960. évi periódusban gyűjtött megfigyelések eredményeként a Föld hat régiójának éghajlati térképeit egy világatlasz keretében kívánja megjelentetni. Ennek a nagyszabású tervnek a megvalósulása természetesen a tetemes költségen kívül nagyarányú adatgyűjtő, feldolgozó és szervező munkát is igényel, amelynek egyik előfeltétele, hogy a Világszervezet tagállamai az 1:5, ill. 1:10 milliós méretarányúra tervezett térképekhez szükséges adatnyárat a Világszervezet rendelkezésére bocsássák.

Az ún. regionális klíma-atlaszok előkészítésére már évekkel ezelőtt megalakult a Világszervezet Klimatológiai Bizottságának (CCI) Klíma-atlasz Munkacsoportja, s ezen belül mind a hat régióban külön munkacsoportot hoztak létre. Az európai (VI.) régió klíma-atlasz munkacsoportja dr. F. Steinhäuser professzornak, a bécsi Meteorológiai és Földmágnességi Intézet igazgatójának a vezetésével fogott hozzá a feladat megoldásához. A magyar meteorológiai szolgálatot a munkacsoportban dr. Kakas József, az Orsz. Meteorológiai Intézet tud. főosztályvezetője képviseli.

Európa Klíma-Atlaszában kérdése azzal, hogy a Meteorológiai Világszervezetnek sikerült megegyezésre jutnia az UNESCO-val a kiadási költségek háromnegyed részének átvállalása érdekében, most már a megvalósulás stádiumába jutott. Elsőként a hőmérséklet és a csapadék havi és évi átlagos eloszlásának térképei kerülnek kiadásra, s ebben az Orsz. Meteorológiai Intézet jelentős szerepet vállalt. A Világszervezet e térképek kidolgozására ui. a Magyar Meteorológiai Szolgálatot kérte föl. A további éghajlati elemek kiadásra tervezett térképeit ismét más-más szolgálat készíti el; kidolgozásukkal, kiadásukkal kapcsolatban a Világszervezet már fel kívánja használni az első 27 térkép kiadása során nyert tapasztalatokat.

A Világszervezet a magyar szolgálattal ez év január 24-én már végleg meg is állapodott a

munkálatok ütemezésében; mind a hőmérséklet, mind a csapadék havi és évi térképeinek 1:5 millió méretarányú kiviteli rajzát 1969. június 30-i határidővel készíti el a magyar szolgálat. A szakmai és technikai kérdések rögzítése érdekében még az elmúlt év december 15-én a Világszervezet és az UNESCO kiküldöttjeinek részvételével került sor a tárgyalásokra, s abba az Orsz. Meteorológiai Intézet képviselőjén kívül a Magyar UNESCO Bizottság, a Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, s a Kartográfiai Vállalat képviselői is bekapcsolódtak. A Világszervezetnek ui. az a törekvése, hogy az első térképsorozat nyomdai előállítására is Magyarországon kerüljön sor, ahol a térképeket kidolgozó meteorológus-szakemberek közvetlen kapcsolatban állhatnak a térképek kartográfiai (nyomdai) kivitelezőjével. Minthogy Magyarország Éghajlati Atlaszának bizonyossága szerint Európa Klíma-Atlaszának magyarországi előállítására a technikai feltételek biztosítottak, január 31-én Budapestre érkezett J. Gomet (Párizs), az UNESCO nyomdai kivitelezési osztályának vezetője, valamint Steinhäuser professzor, az európai klíma-atlasz-munkabizottság elnöke. A részvételükkel, valamint az előbb már felsorolt magyar szervek képviselőinek részvételével február 1-én lefolyt tárgyaláson egyeztették az atlasz előkészítésének szakmai (meteorológiai) és technikai (kartográfiai, nyomdatechnikai és kiadói) kívánalmait, ill. szempontjait. Február 2-án a tárgyalásokba bekapcsolódott P. Thorp (Párizs), az UNESCO kiadványterjesztői osztályának vezetője is. Minden remény megvan arra, hogy a technikai kivitelezés anyagi kérdései terén is hamarosan megtörténik a végleges megállapodás, s így az első térképsorozatnak a szolgálatunk keretében már megindult szerkesztői, kidolgozói munkálataival párhuzamosan a több-színnyomatú térképek Magyarországon történő nyomdai előállításának előkészületei is megkezdődhetnek, hogy a kiadói program szerint 1970-re Európa Klíma-Atlaszának első 27 térképe az iránta érdeklődők rendelkezésére álljon.

(Kakas J.)

\*

## A BALATONI VIHARJELZŐ SZOLGÁLAT MUNKÁJÁNAK AMERIKAI VISSZHANGJA

Az 1966-os esztendő utolsó napjaiban jelent meg az Országos Meteorológiai Intézet Hivatalos Kiadványainak 30. köteteként a *Sturmwarnung am Balatensee* c. munka, amelyben a viharjelző szolgálat tizenkét munkatársa állította össze a balatoni közrészti prognózisok és riasztások alapját képező földolgozások és kutatások eredményeit. A *Bulletin of the American Meteorological Society* idei 1. számában R. Höhn méltatja a kötetet. A monográfia címe, mint írja, mind klimatológiai és szinoptikai, mind pedig földrajzi szempontból a téma szűk

korlátaira utal és néhány speciális érdeklődésű olvasót nem tekintve a legtöbb meteorológus számára bizonyára nem látszik érdekesnek. Ezért hangsúlyozza, hogy a munka — igen speciális kérdésfelvetése ellenére — számos olyan elgondolást tartalmaz, amely szélesebb érdeklődésre tarthat számot: a vizsgálatok követett módszerei mind a klimatológusoknak, mind a szinoptikusoknak ötletekkel szolgálhatnak. Mint általános érdeklődésre érdemes következtetést említi azt a tényt, hogy gondos szinoptikai-klimatológiai eljárással viszonylag kis megfigyelési anyagból is lehet jó eredményeket levonni. „Bár a munka nem old meg minden fölvetett kérdést, a kollektíva által alkalmazott statisztikai és szinoptikai módszerek figyelemre méltók. Ezek új ösztönzést adhatnak az olvasónak” — fejezi be Höhn a kötetről nyújtott részletes tartalmi áttekintést.

(Götz G.)

\*

## A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG AGROMETEOROLÓGIAI ELŐADÁSSOROZATA

A Magyar Meteorológiai Társaság agrometeorológiai szakosztálya és a Magyar Agrártudományi Egyesület 1968. február 15-én agrometeorológiai tárgyú előadássorozatot rendezett, amelyen nagyszámú — elsősorban a mezőgazdaság különböző területein dolgozó — érdeklődő vett részt.

A megnyitó előadást dr. Láng Géza akadémikus, egyetemi tanár tartotta. Előadásában hangsúlyozta, hogy az agrometeorológiai ismeretek fontos szerepet játszanak a korszerű növénytermesztésben. A meteorológiai tényezők közül külön kiemelte a talajnedvesség szerepét, amelynek mérését a Magyar Meteorológiai Szolgálat hálózatyszerűen végzi. Kívánatosnak tartja, hogy az agrometeorológiai vizsgálatok során ne a csapadék mennyiségét, hanem a talaj víztartalmát hozzák kapcsolatba a növények életjelenségeivel.

A megnyitó után került sor az előadásokra. „Az időjárás és éghajlat hatása a mezőgazdasági termelésre” tárgykörből dr. Szakály József tudományos munkatárs, a „Mikroklima kihasználása a mezőgazdasági termelésben” címmel dr. Kozma Ferenc tudományos munkatárs, „A növényvédelem agrometeorológiai alapjai” címen dr. Bacsó Nándor egyetemi tanár, „Az állattenyésztés agrometeorológiai vonatkozásai” témakörből dr. Urbán László tudományos munkatárs, a „Kertészeti termelés agrometeorológiai kérdései” címmel dr. Szuróczi Zoltán egyetemi docens, a „Mezőgazdasági vizsgáldalkodás meteorológiai vonatkozásai” címen dr. Antal Emánuel tudományos munkatárs, és „Agrometeorológiai tájékoztatás a mezőgazdaság számára” címmel dr. Varga-Haszonits Zoltán tudományos munkatárs tar-

tott előadást. Az előadások a felsorolás sorrendjében hangzottak el, az első öt előadás a délután, az utolsó két előadás a délután folyamán.

A délutáni előadások előtt két meteorológiai tárgyú film került bemutatásra. A „Napszakos ritmusok” a napsugárzás biológiai hatásáról, a „Jégeső” pedig a jégverés okozta pusztításról adott szemléletes képet a majdnem kizárólag mezőgazdasági szakképzettségű résztvevőknek.

Az előadások elhangzása után dr. *Manninger G.* Adolf tudományos osztályvezető, dr. *Kozák Imre* egyetemi docens, dr. *Fekete Zoltán* egyetemi tanár és dr. *Cselötei László* egyetemi tanár főzött nagyon értékes megjegyzéseket az elhangzott előadásokhoz.

Mind a résztvevők nagy száma, mind az elhangzott hozzászólások azt bizonyították, hogy az előadásorozat megrendezése helyes kezdeményezés volt. Éppen ezért föltehető, hogy a Meteorológiai Társaságnak az a terve, amely szerint ezt az előadásorozatot még ebben az évben folytatni kívánja *Székesfehérvárott, Kécskeméten és Debrecenben*, ahol a mezőgazdasági termelés helyi agrometeorológiai kérdései kerülnének előtérbe, hasonló sikerrel valósul meg. Az a nagy érdeklődés pedig, amely ezeket a — mintegy bevezetőnek szánt — budapesti előadásokat fogadta, bizonyára ösztönöz arra, hogy agrometeorológusaink ne csak az agrometeorológia egészét, hanem egyes részterületeit is megismertessék a legszélesebb mezőgazdasági szakkörökkel.

(Varga H. Z.)

✱

## AZ ÚJ GAZDASÁGI MECHANIZMUS ALKALMAZÁSA A METEOROLÓGIA TERÜLETÉN

Népgazdaságunk irányításának új rendszere nemcsak a társadalmi termelést irányító szervek, hanem a szaktudományokat művelő és fejlesztő intézmények körében is a problémák sorát vetette föl. E problémáknak a meteorológiai fejlesztésére hivatott szaktestület, ill. intézmény szemszögéből szükséges elemzése volt a célja annak a vitaülésnek, amelyet a MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Meteorológiai Tudományos Bizottsága a Magyar Meteorológiai Társasággal közösen rendezett meg február 22-én, a Technika Házában.

A vitaülés előadója, dr. *Kakas József*, „Az új gazdasági mechanizmus alkalmazása a meteorológia területén” c. előadásában bevezetőül rámutatott arra a különbségre, amely a gazdaságirányítás régi és új rendszere között, valamint a gazdaságirányítás új rendszerében a vállalati gazdálkodás és az állami költségvetési szervek pénzgazdálkodása előtt nyitvaálló lehetőségek között fennáll. Hangsúlyozta, hogy ebben az új rendszerben a meteorológiai ténykedés terén is elsődleges feladat a költség-ráfordítás és a gazdasági hatékonyság egyensúlyát szorgalmazó elv maradéktalanul érvényre juttatása. Áttekintve a meteorológiai tevékenység sokrétű területét, elemezte ennek az elvnek az érvényesülését mind a meteorológiai szolgálat hatósági szolgáltatás jellegű, operatív ténykedése, mind pedig e ténykedés szükségképeni követelménye, a tudományos kutatás vonalán egyaránt.

Befejezésül ismertette azokat a törekvéseket, amelyeket a költség/hatékonyság optimális arányának elérése érdekében a kutatómunka racionálisabbá tétele, a kutatási feladatok koncentrációja és a kutatások koordinálása terén a magyar meteorológiai tevékenység a nemzetközi meteorológiai ténykedés keretében eddig követett s jövőben követni kíván.

A vitaülés közrefüggője, dr. *Szepesi Dezső*, az ún. időjárás veszélyek előrejelzésének, a föltétlenül megbízható adatgyűjtésnek, s ezen adatgyűjtésen alapuló információs ténykedés gazdasági hatékonyságának jelentőségét emelte ki. A vita során dr. *Béll Béla* rámutatott azokra a negatív tapasztalatokra, amelyeket némely külföldi meteorológiai intézmény a tudományos ténykedés önellátóvá tételére irányuló törekvése során szerzett. Dr. *Aujeszky László* balatoni viharjelzések eredményeinek forintban aligha kifejezhető hatékonyságára, dr. *Péczely György* annak jelentőségére hivatkozott, hogy a kutatási eredmények tározódási ideje a minimumra esőkkor, dr. *Székely Miklós* és dr. *Kérdő István* pedig a gyógy- és üdülőhelyek minősítése, valamint az egészségügyi szolgálat egyéb szükségletének kielégítése érdekében folyó meteorológiai ténykedés kiszélesítését sürgette. A vitaülés tekintélyes számú hallgatósága mind az előadást, mind az azt követő vitát élénk figyelemmel kísérte.

(Szakály J.)

### AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET HIVATALOS LAPJA

A szerkesztésért felel: az Orsz. Meteorológiai Intézet igazgatója  
Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9–11. Telefon: 221-285  
Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

68.0730

A 100 éves Athenaeum Nyomda íves magasnyomása, Budapest

Felelős vezető: Soproni Béla igazgató

A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG  
VÁNDORGYŰLÉSEINEK ANYAGÁT

tartalmazó kötetek korlátozott példányszámban még  
kaphatók:

	ÁRA	
Az ipari meteorológia kérdései	<b>31</b>	Ft
Hévízfürdő természeti viszonyai és gyógyászatának néhány részlete	<b>18</b>	Ft
Alkalmazott éghajlattani kutatások Délkelet-Dunántúlon	<b>26</b>	Ft
A légszennyeződés a Veszprém megyei iparvidéken	<b>26</b>	Ft
A Balaton meteorológiájának és hidrológiájának néhány kérdése	<b>26</b>	Ft
Az erdészeti meteorológia néhány kérdése	<b>26</b>	Ft
Az öntözéses gazdálkodás agrometeorológiai kérdései a Tiszántúlon	<b>26</b>	Ft

A kiadványok megvásárolhatók a Magyar Meteorológiai Társaság titkárságán (Budapest V., Szabadság tér 17.), vagy megrendelhetők postai úton az összeg egyidejű befizetésével a „Magyar Meteorológiai Társaság, Budapest; bevételi számla” 171.249-70 sz. csekk-számlára.

## CONTENTS—INHALT—SOMMAIRE—СОДЕРЖАНИЕ

<i>Weickmann, H. K. (Boulder, Colorado): The Program on Weather Modification of the Environmental Science Services Administration (ESSA). Part I. Cloud Dissipation (English Text) . . . . .</i>	65
<i>Genève, R. (Paris): Le contrôle des résultats de la lutte contre la grêle (Texte français) . . . . .</i>	79
<i>Micheller, I. — Sz. Farkas, A.: Die Kontrolle der Niederschlagsangaben mit Rechenautomaten (Deutscher Text) . . . . .</i>	85
<i>K. Róth, R. — Koppány, G.: Test of the Medium-Range Precipitation Forecasting Method for Independent Data (English Text) . . . . .</i>	91
<i>Péczely, G.: The Role Played by Snow Melting in the Hydrological Balance in Hungary . . . . .</i>	95
<i>Bónis, K.: On Water-Soluble Materials Contained in the Atmospheric Aerosol . . . . .</i>	104
<i>Tütkos, E.: Forecast of the Pressure Field near the Ground . . . . .</i>	110
<i>Dési, F.: On Economically Efficient Ways of Meteorological Research . .</i>	114
<i>Wirth, E.: Clouds Physics Conference in Sofia . . . . .</i>	118
<b>L i t e r a t u r e</b>	
<i>Orsz Meteorológiai Intézet: Klima-Atlas von Ungarn. II. Band: Tabellen. (Berkes Z.) . . . . .</i>	122
<i>Irányi, J. — Irányi, Mrs. — Somogyi, E.: Accident Caused by Electricity and the Clinicum and Pathology of the Thunderstroke (Aujeszky, L.) . . . . .</i>	123
<b>C h r o n i c l e . . . . .</b>	124